

THIAGO HENRIQUE ZEN

**DIRETRIZES PARA O USO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO
GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES DO PROCESSO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

**Dissertação apresentada como
requisito parcial à obtenção do grau de
Mestre em Construção Civil, Programa
de Pós-Graduação em Construção
Civil, Setor de Tecnologia,
Universidade Federal do Paraná.**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Mendes Jr

CURITIBA

2006

TERMO DE APROVAÇÃO

THIAGO HENRIQUE ZEN

DIRETRIZES PARA O USO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Mendes Jr
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Sérgio Scheer
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Mauricio Moreira e Silva Bernardes
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Curitiba, 14 de julho de 2006

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE QUADROS.....	VII
LISTA DE SIGLAS	VIII
RESUMO.....	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	1
1.2. PROBLEMA DE PESQUISA.....	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo Principal.....	3
1.3.2. Objetivos Secundários.....	3
1.4. MÉTODO DE PESQUISA.....	4
1.5. LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	5
1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	6
2. PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	7
2.1. INTRODUÇÃO	7
2.2. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	7
2.2.1. Definição e Objetivos.....	7
2.2.2. Dimensões e níveis de Planejamento	8
2.3. INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE ..	12
2.4. MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	15
2.4.1. Preparação do Processo	17
2.4.2. Planejamento e Controle da Produção.....	18
2.4.3. Avaliação do Processo	20
3. A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA A SISTEMA DE INFORMAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
3.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	21
3.1.1. Conceitos Básicos	21
3.1.2. Sistemas de Informação nas Organizações	24
3.2. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	27
3.2.1. Visão Geral	27
3.2.2. A Tecnologia da Informação no Setor da Construção Civil	29

3.2.3. Ambientes Colaborativos.....	31
3.3. COMPUTAÇÃO MÓVEL.....	38
4. MÉTODO DE PESQUISA.....	40
4.1. INTRODUÇÃO	40
4.2. DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA.....	40
4.3. VISÃO GERAL DA PESQUISA.....	42
4.4. PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	44
4.4.1. Contato Inicial:.....	45
4.4.2. Entrevista Inicial com o Gerente da Obra.....	46
4.4.3. Coleta de Dados.....	46
4.4.4. Relatório de Estudo de Caso	48
4.5. ESTRATÉGIA DE ANÁLISE	51
5. SISTEMA PLANTRACKER.....	52
5.1. PROJETO SIGEO	52
5.2. MÉTODO DE TRABALHO.....	52
5.2.1. PROTÓTIPO GALÁPAGOS.....	54
5.2.2. Workshop 1	55
5.2.3. Workshop 2	55
5.2.4. Workshop 3.....	56
5.2.5. Workshop 4.....	56
5.2.6. Testes em Campo	57
5.3. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PLANTRACKER.....	60
5.3.1. Modelo Conceitual.....	60
5.3.2. Dicionário de Dados	61
5.3.3. Requisitos do Sistema.....	63
5.3.4. Módulo para Dispositivo Móvel da Aplicação	65
6. ESTUDOS DE CASO	68
6.1. ESTUDO DE CASO 1.....	68
6.1.1. Características das Empresas Estudo de Caso 1.....	68
6.1.2. Características Gerais da Obra.....	69
6.1.3. Diagrama de Fluxo de Dados do processo de PCP.....	73
6.1.4. Processo de Planejamento e Controle da Produção	77
6.1.5. Processos Auxiliares	80
6.2. ESTUDO DE CASO 2.....	84

6.2.1. Características da Empresa Estudo de Caso 2	84
6.2.2. Características Gerais da Obra.....	84
6.2.3. Estrutura Organizacional da empresa	84
6.2.4. Diagrama de Fluxo de Dados do processo de PCP.....	87
6.2.5. Processo de Planejamento e Controle da Produção	89
7. DIRETRIZES PARA O USO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PCP	91
7.1. ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO	91
7.2. DIRETRIZES	95
8. CONCLUSÕES	99
8.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
8.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	100
REFERÊNCIAS	101

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – CRONOGRAMA GERAL DA PESQUISA	5
FIGURA 2.1 – O PROCESSO DE PLANEJAMENTO	9
FIGURA 2.1 – DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS EM EMPRESAS CONSTRUTORAS.....	13
FIGURA 2.3 – MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	16
FIGURA 3.1 – PROCESO DE COMUNICAÇÃO E AS FONTES DE RUÍDOS.....	24
FIGURA 3.2 – ATIVIDADES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	25
FIGURA 3.3 – COMPONENTES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	26
FIGURA 3.4 – COMUNICAÇÃO TÍPICA DE UM EMPREENDIMENTO SEM EXTRANET DE PROJETO.....	35
FIGURA 3.5 – COMUNICAÇÃO TÍPICA DE UM EMPREENDIMENTO COM EXTRANET DE PROJETO.....	36
FIGURA 4.1 – CRONOGRAMA GERAL DA PESQUISA	43
FIGURA 4.2 – VISÃO GERAL DA PESQUISA	43
FIGURA 4.3 – PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS	45
FIGURA 4.4 – SÍMBOLOS DO DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS LÓGICO.....	49
FIGURA 4.5 – SÍMBOLO DO PROCESSO.....	50
FIGURA 4.6 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS.....	50
FIGURA 5.1 – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA PLANTRACKER.....	53
FIGURA 5.2 – MODELAGEM CONCEITUAL DO SISTEMA PLANTRACKER	61
FIGURA 5.3 – TELA DA SISTEMA PLANTRACKER.....	64
FIGURA 5.4 – FLUXO DE INFORMAÇÕES PARA O CONTROLE.....	65
FIGURA 5.5 - INTERFACE DO SISTEMA NO DISPOSITIVO MÓVEL.....	67
FIGURA 6.1 – ORGANOGAMA DA OBRA.....	71
FIGURA 6.2 – DIGRAMA DE FLUXO DE DADOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO.....	74
FIGURA 6.3 – PARTE DO CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO.....	78
FIGURA 6.4 – CURVA S DO AVANÇO FÍSICO.....	79
FIGURA 6.5 – PROCESSO DE AQUISIÇÃO DE MATERIAIS / SERVIÇOS	83
FIGURA 6.6 – ORGANOGAMA DA EMPRESA	85
FIGURA 6.7 – DIGRAMA DE FLUXO DE DADOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO.....	87
FIGURA 7.1 – COMPARAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES DO DFD (ESTUDO DE CASO 1).....	92
FIGURA 7.2 – COMPARAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES DO DFD (ESTUDO DE CASO 2).....	93

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD.....	14
QUADRO 5.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO SISTEMA PLANTRACKER	61
QUADRO 6.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD.....	75
QUADRO 6.2 – DICIONÁRIO DE DADOS – FORMA DE COMUNICAÇÃO E SOFTWARE UTILIZADO.....	76
QUADRO 6.3 – PROCESSOS DA EMPRESA ESTUDO DE CASO 2.....	86
QUADRO 6.4 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD.....	88
QUADRO 6.5 – DICIONÁRIO DE DADOS – FORMA DE COMUNICAÇÃO E SOFTWARE UTILIZADO.....	89
QUADRO 7.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD.....	94
QUADRO 7.2 – RELAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO PCP COM AS TI ABORDADAS.....	97

LISTA DE SIGLAS

ASP	Application Service Provider
B2B	Business to Business
CAD	Computer Aided Design
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CSCW	Computer Supported Collaborative Work
DD	Dicionário de Dados
DFD	Diagrama de Fluxo de Dados
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EDI	Electronic Data Interchange
EDMS	Electronic Document Management System
ERP	Enterprise Resource Planning
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FTP	File Transfer Protocol
GrupoTIC	Grupo de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil
PAR	Programa de Arrendamento Residencial
P2P	Peer-to-peer
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDM	Product Data Management
SI	Sistema de Informação

TI	Tecnologia da Informação
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFF	Universidade Federal Fluminense
XML	Extended Markup Language
WBS	Work Breakdown Structure
WF	Workflow
WPMS	Web-based Project Management System

RESUMO

O desenvolvimento de um empreendimento no setor da construção civil é marcado por ser extremamente fragmentado. É comum a existência de diversos agentes intervenientes (projetistas, fornecedores e colaboradores) trabalhando em ambientes separados com pouca coordenação e comunicação. Isso é marcante no processo de planejamento e controle da produção, onde muitas vezes há uma tendência de separação entre a execução (canteiro de obra) e planejamento (escritório central). Assim, torna-se necessário buscar formas de melhorar a efetividade no gerenciamento das informações relacionadas ao Planejamento e Controle da Produção de empreendimentos de construção civil. Entre essas formas está o uso de ferramentas da tecnologia da informação. Nesse contexto, a presente dissertação objetiva propor diretrizes para a utilização de tecnologias de informação e comunicação (TIC) como suporte ao planejamento e controle da produção de empresas de construção civil. A partir da análise do fluxo de informações do processo de PCP de dois estudos de caso, foram definidas diretrizes relacionadas ao implantação de computação móvel, banco de dados e ambientes colaborativos no processo de PCP.

Palavras-Chave: Planejamento e Controle da Produção; Tecnologia da Informação; Fluxo de Informações.

ABSTRACT

The development of a new project in the civil construction is characterized by being highly fragmented. There are various actors involved (designers, suppliers and employees) working in separate environments, with little coordination and communication. This is evident in the Planning and Production Control (PCP), where the implementation (the work site) and planning (central office) are often separated. Thus, it is necessary to research ways to improve effectiveness in management Planning and Control Information. One of these ways is the use of information technology in civil construction projects. In this context, this dissertation aims to propose guidelines for the use of information and communication technologies (ICT) to support planning and production control in construction companies. Through PCP information flows analysis in two case of studies, have been defined the guidelines to the use of mobile computing, databases, and collaborative environments in PCP process.

Palavras-Chave: Production Planning and Control, Information Technology, Information Flow..

1. INTRODUÇÃO

1.1. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A indústria da construção civil possui um alto grau de fragmentação, especialmente se comparada a outras indústrias (DAWOOD; AKINSOLA e HOBBS, 2002). De acordo com ZHENG et al. (2006), essa fragmentação, representada pela grande quantidade de intervenientes presentes em diferentes fases e lugares, torna o gerenciamento da construção problemático. Segundo HARRISON, DONN e SKATES (2003) esse ambiente propicia a criação de uma base do conhecimento dispersa, incompleta e deficiente, que somente poderia ser superada com a troca de informações, que atualmente é baseada na comunicação verbal; ineficiente e suscetível a erros de interpretação.

Entre os problemas gerados em consequência dessa fragmentação e falta de cooperação entre os envolvidos nos trabalhos está a baixa produtividade nas atividades (NITITHAMYONG e SKIBNIEWSKI, 2004), atrasos nos prazos, aumento dos custos (DAWOOD, AKINSOLA e HOBBS, 2002).

Tal cenário é corroborado pela pesquisa realizada por FRUET e FORMOSO¹ (1993 apud NUNES, 2004), na qual se constatou que a difusão das informações é um dos itens que precisa ser melhorado nas organizações, pois a deficiência de integração e mesmo de comunicação entre os envolvidos em determinado empreendimento, é uma das principais causas para o re-trabalho durante a execução da obra.

¹ FRUET, G. N., FORMOSO, C. T. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, GESTÃO E TECNOLOGIA, 2, 1993. Porto Alegre. Anais ... Porto Alegre: NORIE-UFRGS, 1993, p.1-52.

Segundo ZEGARRA, FRIGIERI JÚNIOR e CARDOSO (1999), os fluxos de informações dentro das empresas ocorrem de maneira pouco eficiente e a transferência de dados e informações é muito pobre devido à existência de uma grande desarticulação interna. Os mesmos autores afirmam que essa situação “tem como consequência a duplicidade, ruídos e perdas de informações e conhecimentos e, principalmente, não se consolida um sistema eficiente de informações que sirva para que se tenham tomadas de decisões rápidas e eficazes”.

Dessa maneira, em concordância com as idéias de NASCIMENTO e SANTOS (2003), percebe-se que, na indústria da construção, o tratamento do fluxo de informações entre os vários agentes multidisciplinares dentro de todo o processo é um dos fatores críticos para o sucesso de um empreendimento.

A partir dos anos 90 a indústria internacional da construção apresentou um vertiginoso crescimento no desenvolvimento de sistemas (MURRAY, NKADO e LAI, 2001). Inicialmente estes sistemas foram desenvolvidos de forma individual, cada um objetivando atender uma finalidade específica. (SOIBELMAN e CALDAS, 2000).

Contudo, a necessidade de integração, definida por AOUAD (1996) como habilidade de partilhar informações como fator decisivo para melhorar as comunicações entre as partes, dos processos construtivos através da informação é reconhecida há décadas na indústria. Isso pode realmente ser alcançado através da tecnologia da informação, especialmente através da tecnologia WEB (DAWOOD, AKINSOLA e HOBBS, 2002). Nesse mesmo sentido, CALDAS E SOIBELMAN (2003) complementam que o uso de comunicação e Tecnologias da Informação (TI) tem criado novas oportunidades para colaboração, coordenação, troca de informação entre organizações, dando novas ferramentas ao setor.

O setor da construção civil é atualmente um dos setores tecnologicamente mais atrasados no que tange à utilização de tecnologias da informação (LIMA, 2005). Isso se deve, conforme apresentado por NASCIMENTO E SANTOS (2002) e

NITITHAMYONG E SKIBNIEWSKI (2004), a um conjunto de barreiras ligadas aos profissionais que atuam na área, aos seus processos já estabelecidos, às características do próprio setor e a deficiência de tecnologia. ANDRESSEN (2000) também aponta a dificuldade de se medir os benefícios proporcionados pela adoção de tecnologias da informação.

ZEGARRA (2000) coloca a Internet ainda como uma inovação nos sistemas de informações das empresas. Nesse contexto, torna-se clara a importância de pesquisas que visam compreender a inserção de tecnologias da informação no setor da construção civil, uma vez que essas possibilitam o compartilhamento de informações, contribuindo melhores tomadas de decisão.

1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

Essa dissertação tem o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: *Como melhorar a efetividade no gerenciamento das informações relacionadas ao planejamento e controle da produção de empreendimentos de construção civil utilizando ferramentas da tecnologia da informação?*

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Principal

Dentro deste contexto, esta pesquisa objetiva propor diretrizes para a utilização de tecnologias de informação e comunicação (TIC) como suporte ao planejamento e controle da produção de empresas de construção civil.

1.3.2. Objetivos Secundários

Os objetivos secundários do projeto estão listados a seguir:

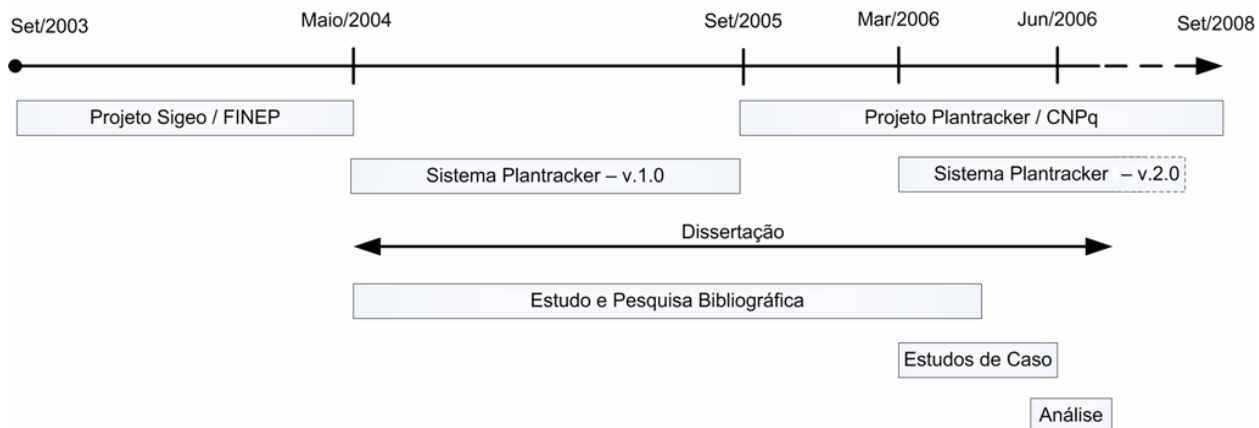
- a) Identificar as características dos fluxos de informações no processo de planejamento e controle da produção no canteiro de obras;
- b) Identificar as possibilidades de utilização das tecnologias de informação e comunicação nos processos de planejamento e controle da produção a partir dos estudos de caso;
- c) Contribuir com projetos do grupo de pesquisa (www.cesec.ufpr.br/grupotic), incluindo o projeto do Sistema Plantracker.

1.4. MÉTODO DE PESQUISA

Essa dissertação foi desenvolvida na continuidade do projeto “SIGEO – Prototipação de um Sistema de Gestão da Construção Civil para micro e pequenas empresas”, financiado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e paralelamente ao projeto “Plantracker – Sistema de Gestão de Obras”, o qual conta com o apoio financeiro do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Ambos os projetos que estão inseridos nas linhas de pesquisas “Planejamento e Controle da Produção (PCP)” e “Ambientes de Comunicação e Colaboração (*Computer Suported Collaborative Work* - CSCW)” do Grupo de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil (GRUPOTIC) da Universidade Federal do Paraná, e têm como objetivo em comum o desenvolvimento de um sistema de informática para planejamento e controle da produção. Tal sistema, intitulado Plantracker, propõe a integração em ambiente WEB das informações geradas no canteiro de obra para o planejamento, o controle da execução, qualidade e segurança dos serviços utilizando dispositivos de computação móvel (MENDES JUNIOR et al., 2005; MENDES JUNIOR. et al. 2006). O sistema Plantracker, descrito no capítulo 5 desta dissertação, será utilizado como base de análise e avaliação do sistema de informações e comunicação para o planejamento e controle da produção.

A figura 1.1 a seguir apresenta uma visão geral deste trabalho em relação aos projetos SIGEO e Plantracker e um esquema teórico das etapas efetuadas para a realização da pesquisa.

FIGURA 1.1 – CRONOGRAMA GERAL DA PESQUISA



1.5. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho apresenta as seguintes limitações:

- Considerando-se as limitações de uma dissertação de mestrado e a relação deste trabalho com os projetos do grupo de pesquisa indicados anteriormente, o foco da pesquisa limita-se especificamente às tecnologias de Internet (incluindo Extranet), Banco de Dados e Computação Móvel.
- Esta pesquisa restringiu-se aos dados e informações coletados nas empresas estudo de caso, não podendo ser generalizado.
- os estudos empíricos, nos quais se baseou este trabalho, foram realizados em obras de características específicas. A sua aplicabilidade em outros tipos de empresas do setor necessita ser comprovada através de outros estudos.

1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente capítulo visou justificar o tema escolhido, expor os objetivos e hipóteses adotadas, apresentar uma visão geral do método de pesquisa, delinear as limitações do trabalho, além de enunciar sua estrutura.

Esta dissertação está organizada em sete capítulos da seguinte forma:

No **capítulo 2** encontra-se um referencial teórico sobre o processo de planejamento da produção.

No **capítulo 3** apresenta-se uma visão geral de Sistemas de Informação e do uso atual da Tecnologia da Informação e de extranets de projeto na indústria da construção civil, seus problemas, benefícios e características;

No **capítulo 4** apresenta-se o método de pesquisa utilizado no presente trabalho. Nesse capítulo, a estratégia e o delineamento da pesquisa e as atividades realizadas, são discutidas detalhadamente.

No **capítulo 5** é apresentado o sistema Plantracker, desde sua concepção até a descrição das principais funcionalidades.

No **capítulo 6** apresentam-se os dados coletados nas empresas construtoras estudadas.

No **capítulo 7** é apresentada a análise dos estudos dos estudos de caso e, a partir desta, propostas diretrizes para o uso de Tecnologia da Informação.

Finalmente, no **capítulo 8** encontram-se as conclusões finais e sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros relacionados ao tema estudado.

2. PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo destina-se a apresentar uma fundamentação teórica do processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP). A princípio são apresentados as definições e objetivos do PCP e os níveis de planejamento, considerando as dimensões horizontais e verticais. Posteriormente, são apresentadas de forma resumida as informações relacionadas ao PCP e, por fim, é descrito o modelo de PCP proposto por BERNARDES (2001), o qual será utilizado como embasamento teórico para análise desta dissertação.

2.2. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.2.1. Definição e Objetivos

Planejamento é considerado o processo de tomada de decisão que resulta num conjunto de ações necessárias para transformar o estágio inicial de um empreendimento em um desejado estágio final (MENDES JUNIOR, 1999). SYAL et al. (1993) acrescentam que essas ações fixam padrões de desempenho contra o qual o progresso do empreendimento é mensurado e analisado no controle durante a fase de construção.

Em outra definição similar, de acordo com LAUFER e TUCKER (1987), o planejamento é entendido como um processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma ação futura utilizando, para isto, meios eficazes para concretizá-la. Resumindo, para BALLARD e HOWELL (1996)² apud BERNARDES (2001), o

²BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production from Uncertainty: First Step in na Improvement Strategy. Encontro Nacional de Profesionales de Project Management. Santiago, 1996. **Proceedings...**

planejamento produz metas que possibilitam o gerenciamento dos processos produtivos e o controle garante o cumprimento dessas metas, assim como avalia sua conformidade com o planejado.

Segundo LAUFER e TUCKER (1987), são quatro os objetivos básicos do planejamento da produção:

- a) Assistir o gerente na direção da empresa;
- b) coordenar as várias entidades envolvidas na construção do empreendimento;
- c) possibilitar o controle da construção;
- d) possibilitar a comparação de alternativas, facilitando, assim a tomada de decisão.

Estes autores, ainda, definem que o planejamento deve estabelecer: as atividades a ser executadas, os métodos a ser utilizados; os recursos a ser empregados; seqüenciamento e a programação das atividades.

2.2.2. Dimensões e níveis de Planejamento

Segundo LAUFER e TUCKER (1987), o planejamento e controle da produção podem ser representados por meio de duas dimensões básicas: a horizontal e a vertical. A primeira se refere às etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado. A segunda define como as etapas são vinculadas entre diferentes níveis gerenciais de uma organização.

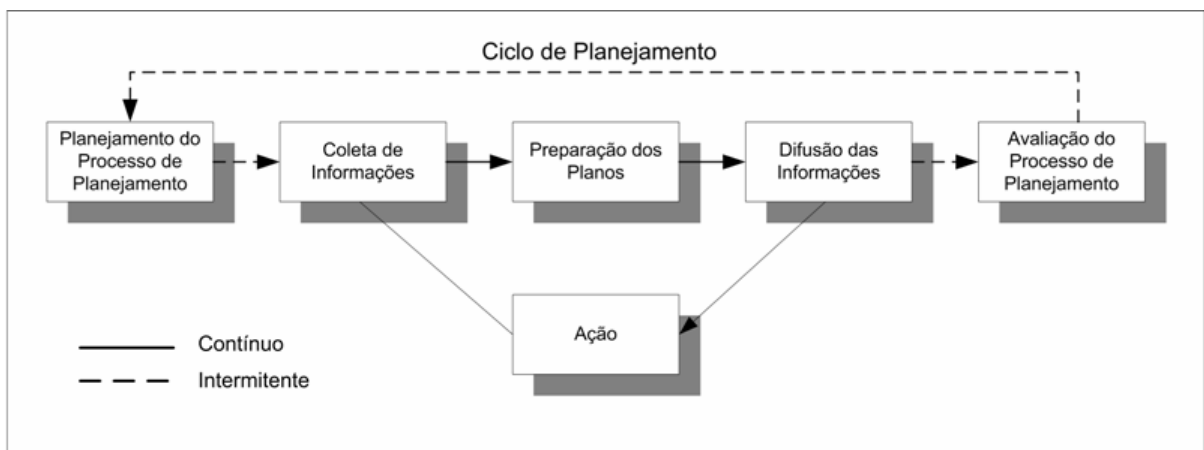
2.2.2.1. Dimensão horizontal

De acordo com LAUFER e TUCKER (1987), a dimensão horizontal do processo de planejamento compreende as etapas de preparação do processo de

planejamento, coleta de informações, elaboração dos planos, difusão das informações e avaliação do processo de planejamento (figura 2.1).

LAUFER e TUCKER (1987) observam a existência de dois ciclos: um intermitente e o outro contínuo. A primeira e a última etapa têm um caráter intermitente, enquanto as outras etapas formam um ciclo contínuo. A primeira e a última fase do ciclo ocorrem quando do início e término do ciclo de um empreendimento, respectivamente. Já o ciclo contínuo é realizado durante toda a execução do empreendimento, contudo, no primeiro ciclo, referente à formulação do plano inicial da obra, há um esforço maior nessas atividades.

FIGURA 2.1 – O PROCESSO DE PLANEJAMENTO



FONTE: LAUFER E TUCKER (1987)

Na primeira fase, são tomadas decisões relativas ao planejamento que será efetuado: seu horizonte, nível de detalhamento, frequência de replanejamento e grau de controle a ser efetuado. O horizonte de planejamento é definido como o intervalo de tempo compreendido entre a geração dos planos e a realização da ação inerente às metas fixadas naquele plano (LAUFER; TUCKER, 1988). Segundo estes autores, o planejamento deve começar em um momento à frente da ação, de modo a permitir a gestação adequada do processo de tomada de decisão.

Na segunda fase, ocorre a coleta das informações necessárias para se realizar o planejamento. Os documentos necessários para a obtenção de informações incluem, geralmente, contratos, plantas, especificações técnicas, condições do canteiro e ambientais, tecnologia a ser utilizada na construção, produção interna e externa de recursos (disponibilidade e custos), produtividade do trabalho, equipamentos a serem utilizados, metas e dificuldades ditadas pela alta gerência. Iniciada a construção, o processo de reunião da informação no canteiro continua, mas a partir desse ponto com ênfase nos recursos consumidos e metas alcançadas (LAUFER; TUCKER, 1987).

A etapa de preparação dos planos é aquela que tem tradicionalmente recebido maior atenção por parte de gerentes e pesquisadores e se baseia fundamentalmente na tomada de decisão a partir da avaliação das informações coletadas na fase anterior (LAUFER; TUCKER, 1987). Geralmente, são utilizadas técnicas de planejamento e programação de recursos, sendo as técnicas baseadas no Método do Caminho Crítico (CPM) as mais difundidas, até pelo grande número de programas computacionais disponíveis no mercado para o seu processamento (MENDES JUNIOR, 1999) .

Na quarta etapa do processo de planejamento – a difusão de informações – são levadas em conta as diferentes necessidades de informação e os formatos associados a cada nível gerencial. A informação deve ser preparada de acordo com as necessidades das pessoas que irão utilizá-las. O responsável por difundir a informação deve, com o auxílio dos usuários da mesma, identificar aquelas que são pertinentes em seus processos decisórios (LAUFER e TUCKER, 1987).

Segundo BERNARDES (2001) esta etapa do processo de planejamento, em geral, apresenta três principais problemas: o fato de que algumas pessoas podem se sentir prejudicadas com os resultados, a existência de uma grande quantidade de informações organizadas em um formato não apropriado e a existência de dois

sistemas de informações paralelos para o gerenciamento do empreendimento (um formal, no nível tático, e outro informal, no nível operacional)

A etapa de ação corresponde à implementação dos planos. A concretização das ações depende não apenas da difusão das informações, mas também da disponibilidade efetiva de recursos (LAUFER e TUCKER, 1987).

A última fase corresponde à avaliação de todo o processo de planejamento, que serve de base para o desenvolvimento deste processo nos próximos empreendimentos. Segundo BERNARDES (2001) a utilização de indicadores globais, como, por exemplo, a relação entre os custos orçados e os custos reais, acompanhados através de relatórios de controle operacionais, pode ajudar na análise dessa fase.

2.2.2.2. Dimensão vertical

A dimensão vertical está relacionada com a idéia de hierarquia na elaboração e execução dos planos. Segundo a dimensão vertical, o planejamento se divide em três níveis gerenciais: estratégico (longo prazo); tático (médio prazo); e operacional e controle (curto prazo) (LAUFER; TUCKER, 1987). Devido à incerteza presente no processo construtivo, é importante que os planos sejam preparados em cada nível com um grau de detalhe apropriado (FORMOSO, 1991).

No nível estratégico são definidos o escopo e as metas do empreendimento a serem alcançadas em determinado intervalo de tempo. No nível tático enumeram-se os recursos e suas limitações para que essas metas sejam alcançadas, incluindo-se a organização destes recursos e estruturação do trabalho. Finalmente o nível operacional refere-se à seleção dos cursos de ações através das quais as metas são alcançadas. O planejamento operacional está relacionado com as decisões a serem tomadas a curto prazo referentes as operações de produção da empresa (LAUFER; TUCKER, 1987).

LAUFER e TUCKER (1987) citam a consistência entre as decisões tomadas nesses três níveis como uma das principais dificuldades do planejamento, agravada pela grande frequência com que os planos precisam ser atualizados na construção e pela distância que separa o escritório da obra.

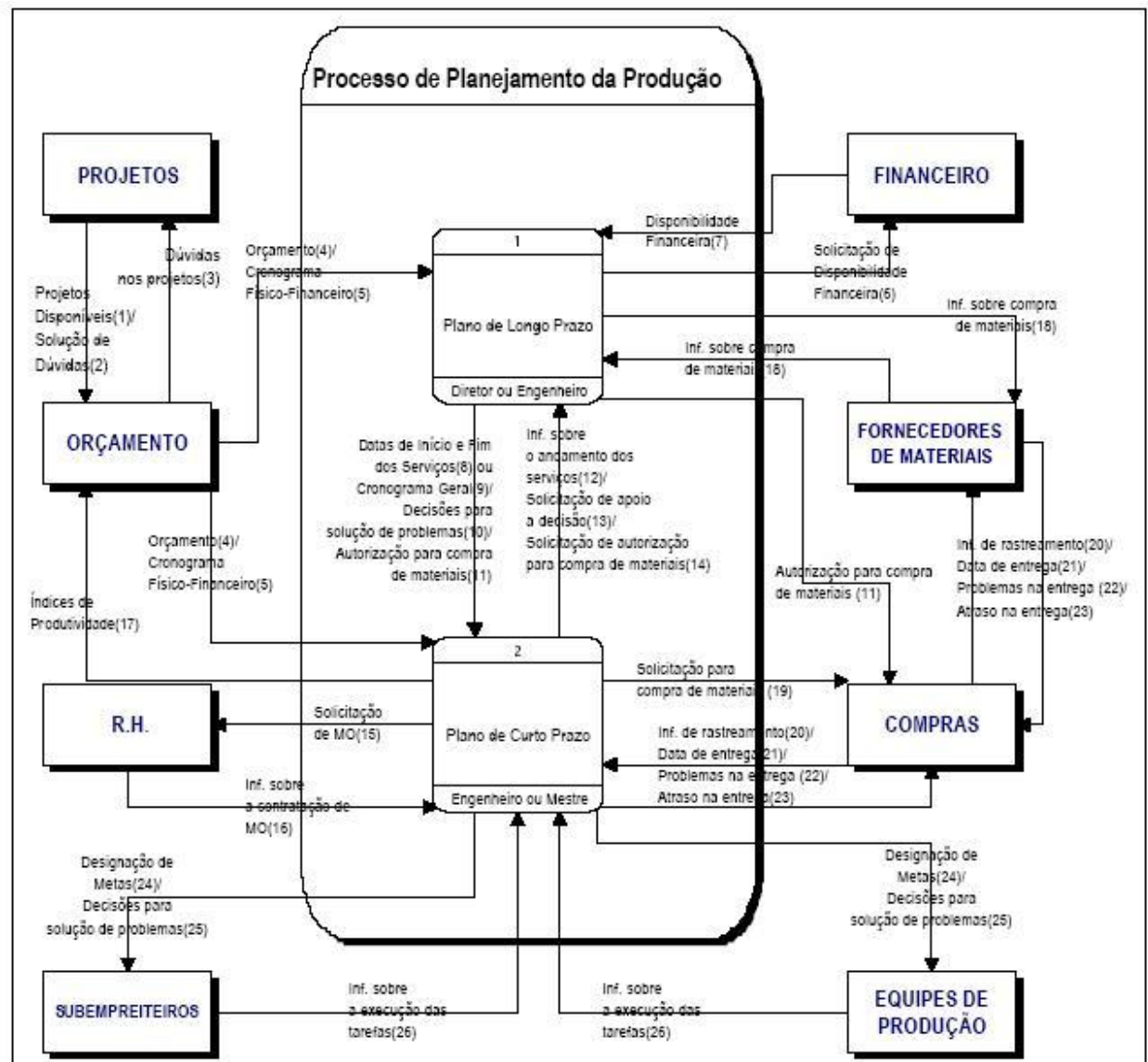
2.3. INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

As informações são de vital importância para o Planejamento e Controle da Produção. Segundo LAUFER e TUCKER (1988), a essência do planejamento é a coleta de dados para a tomada de decisão. Estudos realizados por MINTZBERG (1973)³ apud BERNARDES (1996) mostram que cerca de dois terços a quatro quintos do tempo de profissionais que assumem cargos de gerência, são gastos emitindo ou recebendo informações.

BERNARDES (2001) apresenta, de maneira genérica e na forma de Diagrama de Fluxo de Dados (DFD), as informações, os envolvidos e o fluxo de dados no processo de Planejamento e Controle da Produção (Figura 2.1). De maneira complementar ao DFD, é apresentado no quadro 2.1 o dicionário de descrevendo os elementos do DFD.

³ MINTZBERG, H. The Nature of Managerial Work. New York: Harper & Row, 1973.

FIGURA 2.1 – DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS EM EMPRESAS CONSTRUTORAS



FONTE: BERNARDES, 2001

QUADRO 2.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD

continua

Nº	Informação	Descrição
1	Projetos Disponíveis	Projetos que estão disponíveis para a elaboração do orçamento da obra.
2	Solução de dúvidas	Solução das dúvidas sobre os projetos disponíveis.
3	Dúvidas nos projetos	Dúvida a ser esclarecida para a elaboração do orçamento. Inserem-se nessa informação, dúvidas para compatibilização de projetos ou sobre detalhes técnicos para construção.
4	Orçamento	Orçamento da Obra.
5	Cronograma físico-financeiro	Cronograma físico-financeiro gerado por sistema.
6	Solicitação de disponibilidade financeira	Solicitação de disponibilidade financeira da empresa para determinado período da construção.
7	Disponibilidade financeira	Disponibilidade financeira da empresa para determinado período da construção.
8	Data de início e fim dos serviços	Datas de início e fim dos serviços que constam no plano de longo prazo.
9	Cronograma geral	Cronograma geral da obra.
10	Decisões para solução de problemas	Decisões para solução de problemas gerenciais e/ou técnicos da obra.
11	Autorização para compra de materiais	Autorização para a compra de materiais.
12	Inf. Sobre o andamento dos serviços	Informações sobre o andamento físico dos serviços que estão sendo executados na obra.
13	Solicitação de apoio à decisão	Solicitação de apoio à decisão para solução de problemas gerenciais e/ou técnicos da obra.
14	Solicitação de autorização para a compra de materiais	Solicitação de autorização para a compra de materiais.
15	Solicitação de Mão-de-obra	Solicitação de contratação de mão-de-obra.
16	Inf. Sobre a contratação de MO	Informação sobre o processo de contratação de mão-de-obra.
17	Índices de produtividade	Índices de produtividade de equipes de produção ou serviços.

FONTE: BERNARDES (2001)

QUADRO 2.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD

conclusão

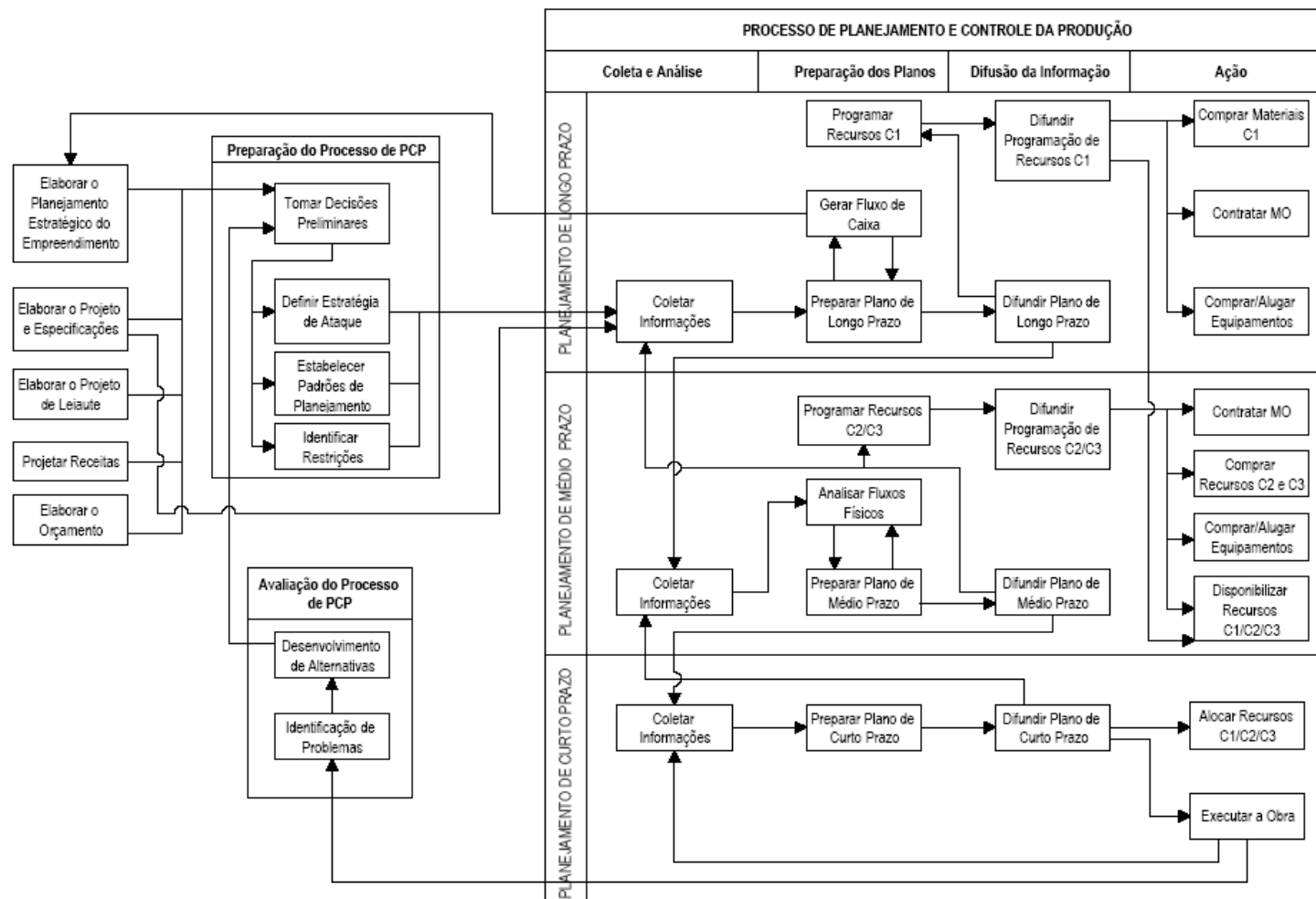
Nº	Informação	Descrição
18	Inf. Sobre compra de materiais	Informação sobre o processo de compra de materiais. Insere-se nessa informação, detalhamento das condições do negócio, por exemplo.
19	Solicitação para compra de materiais	Solicitação para compra de materiais.
20	Inf. de rastreamento	Informações de rastreamento de um determinado material comprado ou negociado pela empresa.
21	Data de entrega	Data de entrega do material comprado.
22	Problemas na entrega	Problemas na entrega do material. Pode ser, por exemplo a entrega de um material cujas características não atendam o solicitado.
23	Atraso na entrega	Informações sobre atraso na entrega de determinado material.
24	Designação de metas	Designação de metas do plano de curto prazo para equipes de produção ou subempreiteiros.
25	Decisões para solução de problemas	Decisões para a solução de problemas gerenciais e/ou técnicos da obra.
26	Inf. sobre a execução das tarefas	Informações sobre a execução das tarefas. Pode ser, por exemplo, dúvida sobre a técnica construtiva, dificuldades encontradas para se realizar o trabalho, problemas no projeto, dentre outros.

FONTE: BERNARDES (2001)

2.4. MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Na continuidade deste trabalho será utilizado o modelo de Planejamento e Controle da Produção proposto por BERNARDES (2001), apresentado na figura 2.3. Tal modelo, descrito nesta seção é composto por três etapas básicas: preparação do processo, planejamento e controle da produção, e avaliação do processo.

FIGURA 2.3 – MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO



FONTE: BERNARDES (2001)

2.4.1. Preparação do Processo

A preparação do processo de planejamento e controle da produção é a primeira etapa do modelo proposto. Através dessa etapa são fixados procedimentos e padrões de planejamento que irão nortear as próximas etapas do modelo, bem como permitir a análise, durante a execução da obra, dos efeitos das decisões tomadas nos estágios preliminares do empreendimento. A etapa de preparação do processo de Planejamento e Controle da Produção se inicia com a tomada das decisões preliminares, para a qual são necessárias informações preliminares, tais como: Planejamento estratégico do empreendimento; Projetos e especificações; Projeto de leiaute; Projeção de receitas e Orçamento discriminado:

De posse dessas informações, a preparação do processo pode ser realizada. Esta etapa é composta pelas atividades: **tomada de decisões preliminares** (decisões inerentes ao processo de PCP), **estabelecer padrões de planejamento** (envolve a definição de padrões a serem utilizados na realização do planejamento e controle, com, por exemplo, a WBS⁴), **detalhar restrições** (relacionadas à dificuldade de acesso a obra e arranjo físico, localização geográfica, bem como a limitações de recursos físicos e financeiros) e **definir a estratégia de ataque** (definição dos principais fluxos de trabalho da produção, indicando o seqüenciamento dos serviços a serem executados.).

⁴ WBS (Work Breakdown Structure) ou EAP (Estrutura analítica de projeto) é, segundo o PMI (2004), uma “decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipe do projeto para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas necessárias”. Ela organiza e define o escopo total do projeto.

2.4.2. Planejamento e Controle da Produção

2.4.2.1. Planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo consiste no primeiro planejamento de caráter tático, cujo principal resultado são o plano de longo prazo da obra e a programação de recursos, tais como materiais com longo prazo de entrega, mão-de-obra própria e/ou terceirizada, bem como equipamentos (comprados ou alugados). Esse plano também norteia a preparação do plano de médio prazo.

O planejamento de longo prazo pode ser dividido nas etapas de **Coletar Informações**, **Preparar o plano de longo prazo**, **Gerar fluxo de caixa** (refinamento do fluxo de caixa já elaborado nos estágios iniciais do empreendimento), **Difundir o plano de longo prazo**, **Programação de recursos classe 1** (aqueles cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deve ser efetuada com base no plano de longo prazo), **Difundir programação de recursos classe 1** (aos setores de recursos humanos e de suprimentos), **Comprar materiais classe 1** (após a compra, a empresa deve solicitar periodicamente dos fornecedores, informações sobre o andamento dos insumos adquiridos), **Contratar mão-de-obra** (divulgação da necessidade e contratação em si), **Comprar ou Alugar equipamentos** (a decisão de aluguel ou compra de determinado equipamento nesse nível de planejamento normalmente parte da diretoria).

Em geral, em empresas de construção de médio e pequeno porte, o engenheiro responsável pela obra se encarrega pelo nível de planejamento de longo prazo. Nas empresas de grande porte, normalmente, para o desenvolvimento deste nível de planejamento, o engenheiro da obra recebe auxílio de um profissional especializado na área de planejamento.

2.4.2.2. Planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo cumpre o importante papel de vinculação do planejamento de longo com o de curto prazo. Entre seus objetivos principais está a identificação de restrições existentes no ambiente produtivo de forma a possibilitar o desencadeamento de ações para removê-las, aumentando assim, a confiabilidade do planejamento de curto prazo.

Para o desenvolvimento do planejamento de médio prazo, as metas fixadas no planejamento de longo prazo são detalhadas e segmentadas em pacotes de trabalho.

Dependendo do procedimento adotado pelas empresas no desenvolvimento de seus processos de planejamento, este nível pode ocorrer em horizontes que variam de duas semanas a três meses.

Em geral, o engenheiro da obra deve responder pela elaboração do planejamento de médio prazo.

2.4.2.3. Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo tem por objetivo orientar diretamente a execução da obra, através de designações de pacotes de trabalho fixados no plano de médio prazo às equipes de produção. Neste nível de planejamento, podem ser fornecidos às equipes de trabalho equipamentos e ferramentas para a execução de suas atividades. Normalmente, este plano é realizado em ciclos semanais. Porém, em obras muito rápidas ou nas quais existe muita incerteza associada ao processo de produção, o ciclo de planejamento pode ser diário.

Em geral, o engenheiro da obra deve se encarregar de preparar o plano de curto prazo. Contudo, para a identificação dos pacotes de trabalho que podem ser executados e incluídos neste plano, deve-se buscar o auxílio do mestre-de-obras.

2.4.3. Avaliação do Processo

A avaliação do processo de planejamento e controle da produção ocorre ao final da obra, como forma de se propor melhorias a empreendimentos futuros, ou ainda, durante a execução da mesma, em períodos especificados na preparação do processo de planejamento. Assim, a avaliação pode ser desenvolvida tendo por base os relatórios de controle gerados ao longo da construção e a percepção de seus principais agentes intervenientes.

3. A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA A SISTEMA DE INFORMAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

3.1.1. Conceitos Básicos

3.1.1.1. Informação

O conceito de informação está diretamente relacionado à definição de dados. Segundo REZENDE e ABREU (2000) o dado é um conjunto de letras, números ou dígitos, que, tomado isoladamente, não contem significado claro. WETHERBE (1987) refere-se à informação como sendo o resultado da coleta e organização de dados. SETZER (1999) salienta a diferença entre dado e informação. Segundo este autor, dado é algo puramente objetivo, isto é, não depende do seu usuário, enquanto a informação é objetivo-subjetiva, pois apesar de ser descrita de forma objetiva (textos, figuras, etc.), seu significado é subjetivo, ou seja, dependente do usuário. Nesse mesmo sentido, LAUDON e LAUDON (1999) acrescentam que informação é o conjunto de dados aos quais seres humanos deram forma para torná-los significativos e úteis.

Dessa maneira, percebe-se que a informação é algo a mais que um conjunto de dados, ela possui valor, como bem define BERNARDES (1996). Tal autor considera que a informação é o resultado do processamento de qualquer dado manipulado dentro da organização, de maneira que esse possua valor para o desenvolvimento de determinado processo. Essa concepção corrobora com a idéia de WETHERBE (1987) de que os dados tornam-se informação quando passam a ser base sobre a qual são tomadas decisões eficientes e eficazes.

3.1.1.2. Valor da Informação

A informação nos dias de hoje tem um valor altamente significativo e pode representar grande poder para quem a possui, seja pessoa, seja instituição. Ela possui seu valor, pois está presente em todas as atividades que envolvem pessoas, processos, sistemas, recursos financeiros, tecnologias, etc. (REZENDE; ABREU, 2000).

Diversos autores relacionam o valor da informação com a capacidade de tomar decisões a partir dessas. Segundo REZENDE e ABREU (2000), decisão nada mais é do que uma escolha entre alternativas, obedecendo a critérios preestabelecidos, em que é indiscutível a importância das informações em cada etapa deste processo. Os mesmos autores afirmam que o fato de o executivo poder contar com informações adequadas e oportunas é de relevância capital para a tomada de decisão eficaz. Para REZENDE e ABREU (2000), outro fator importante para a tomada de decisão é a qualidade das informações, que devem ser comparativas, confiáveis, geradas em tempo hábil e no nível de detalhes adequado.

Segundo STAIR (1998), a informação adquire valor quando ajuda os tomadores de decisão a atingirem metas da organização. BERNARDES (1996) complementa que uma informação tem valor quando altera o rumo de uma decisão ou é imprescindível para o desenvolvimento de um processo. Para WETHERBE (1987) se a informação não melhorar a decisão ela terá pouco ou nenhum valor.

STAIR (1998) caracteriza a informação valiosa como aquela que é exata, completa, econômica, flexível, confiável, relevante, simples, em tempo e verificável. Para REZENDE e ABREU (2000) pelo menos três passos são fundamentais para a valorização da informação, ou seja, conhecer, selecionar e usar as informações.

3.1.1.3. O processo Comunicação e o Fluxo de Informações

STONER e FREEMAN (1999), afirmam que a comunicação é o processo através do qual as pessoas tentam compartilhar significados por intermédio da transmissão de mensagens simbólicas. THOMAS, TUCKER e KELLY (1998) complementam que a comunicação é um processo no qual se estabelece uma troca de entendimento entre duas ou mais pessoas. Ou seja, conforme conclui ZEGARRA (2000), para que exista comunicação deve-se dar não somente a troca de informações, mas também é importante que estas informações sejam entendidas com o significado intencional da fonte. ROBBINS (2002) também entende a comunicação como um processo e ressalta o fato de que para ela realizar-se, é necessário antes um propósito explícito de emitir uma mensagem (aquilo que é comunicado).

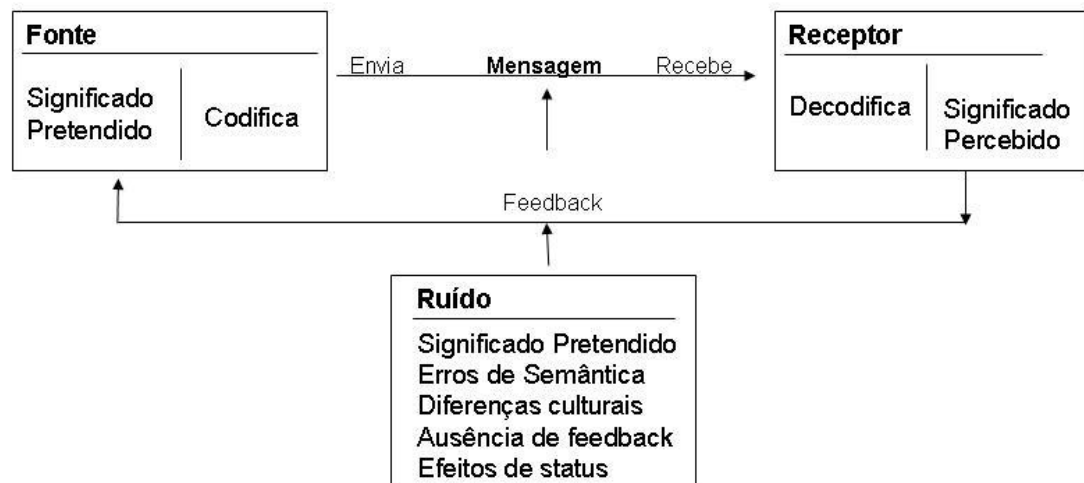
Desta forma, o processo de comunicação pode ser caracterizado como o envio e recebimento de mensagens com conteúdo significativo, ou seja, informações que tenham sentido e valor para o receptor (SILVA, 2002).

A figura 3.1 apresenta de forma esquemática o processo de comunicação. O emissor primeiramente codifica (conversão de uma mensagem em formato simbólico) seleciona meio ou canal (mídia através da qual a mensagem viaja) para atingir o receptor que necessita fazer a decodificação, ou a tradução da mensagem enviada pelo emissor. Um dos problemas centrais no processo de comunicação é a presença de ruído, denominação usada para descrever qualquer distúrbio dentro do processo de comunicação que o interrompe na transferência de mensagens (SCHERMERHORN et al., 1999)

Além dos ruídos que causam dificuldades para a efetiva comunicação, o receptor pode ou não se comunicar de volta com o emissor, ou seja, enviar feedback (retorno) de sua interpretação da mensagem buscando eliminar a imprecisão da

comunicação (SILVA, 2002). De acordo com HAMPTON⁵ (1986) apud Silva (2002) a troca de informações por meio de feedback pode melhorar significativamente o processo de comunicação.

FIGURA 3.1 – PROCESO DE COMUNICAÇÃO E AS FONTES DE RUÍDOS



FONTE: SCHERMERHORN et al., 1999 P 241.

De acordo com SCHERMERHORN et al. (1999), uma comunicação eficaz ocorre quando o significado pretendido da fonte emissora e o significado percebido pelo receptor são os mesmos. Na construção civil, segundo THOMAS, TUCKER e KELLY (1998) a falta de comunicação eficaz continua sendo o maior obstáculo para o sucesso dos projetos.

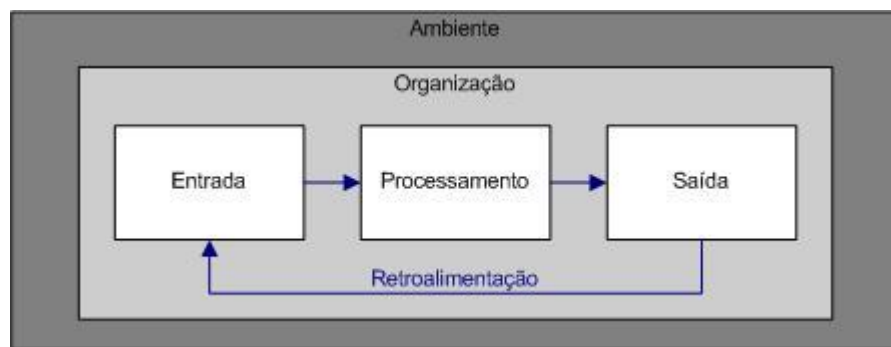
3.1.2. Sistemas de Informação nas Organizações

Todo sistema, usando ou não recursos de Tecnologia da Informação, que manipula ou gera informação pode ser genericamente considerado Sistema de Informação (REZENDE, 2000).

⁵ HAMPTON, D. R. Management. 3. ed. USA: McGraw-Hill, Inc, 1986.

Para LAUDON e LAUNDON (1999), um Sistema de Informação (SI) pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações (figura 3.2)

FIGURA 3.2 – ATIVIDADES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

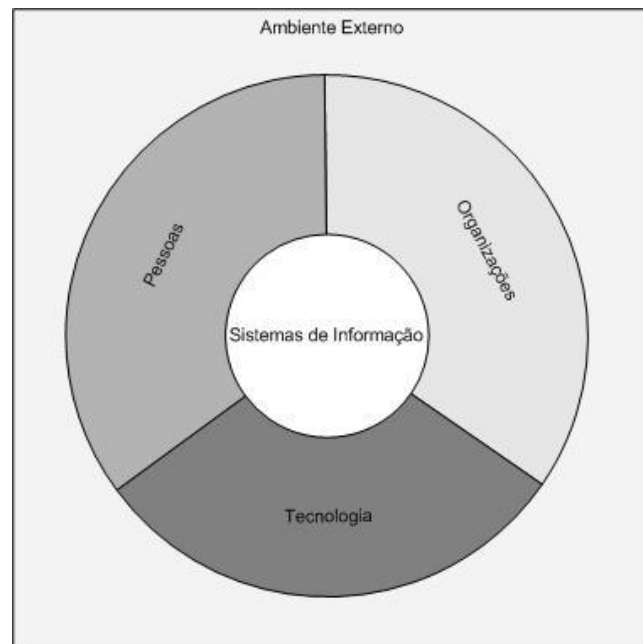


FONTE: LAUDON e LAUDON (1999)

A entrada envolve a captação ou coleta de fontes de dados brutos de dentro da organização ou de seu ambiente externo. O processamento envolve a conversão dessa entrada bruta em uma forma mais útil e apropriada. A saída envolve a transferência da informação processada às pessoas ou atividades que a usarão. Os sistemas de informação também armazenam informação sob várias formas, até que ela seja necessária para o processamento ou a saída. A realimentação é a saída que retorna aos membros adequados da organização para ajudá-los a refinar ou corrigir os dados de entrada (LAUDON e LAUDON, 1999)

LAUDON e LAUDON (1999) definem, ainda, um sistema de informação bem sucedido como “aquele que tem dimensões organizacional e humana, além dos componentes técnicos. Ele existe para responder as necessidades organizacionais, incluindo problemas apresentados pelo ambiente externo criado por tendências políticas, demográficas, econômicas e sociais” (Figura 3.3).

FIGURA 3.3 – COMPONENTES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO



FONTE: LAUNDON E LAUNDON (1999)

Segundo REZENDE e DE ABREU (2000), os sistemas de informação, independentemente de seu nível ou sua classificação tem como maior objetivo auxiliar os processos de tomada de decisão na empresa, e, se esses não se propuserem a atender esse objetivo, sua existência não será significativa para a empresa. Os mesmos autores apresentam os seguintes benefícios proporcionados pelos Sistemas de Informação:

- suporte à tomada de decisão profícua;
- valor agregado ao produto (bens e serviços);
- melhor serviço e vantagens competitivas;
- produtos de melhor qualidade;
- oportunidade de negócios e aumento da rentabilidade;
- mais segurança nas informações, menos erros, mais precisão;

- aperfeiçoamento nos sistemas, eficiência, eficácia, efetividade, produtividade;
- carga de trabalho reduzida;
- redução de custos e desperdícios;
- controle das operações;

3.2. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

3.2.1. Visão Geral

Para REZENDE E DE ABREU (2000), a Tecnologia da Informação pode ser conceituada “como os recursos tecnológicos e computacionais para a geração e uso da informação”. Os mesmos autores complementando que a Tecnologia da Informação está fundamentada nos seguintes componentes:

- Hardware e seus dispositivos e periféricos;
- Software e seus recursos;
- Sistemas de telecomunicações;
- Gestão de dados e informações.

Segundo HAMMAD, RUSSEL e ABOUD-ZEID⁶ (1995) apud JACOSKI (2003), pode-se classificar a tecnologia da informação em três grandes grupos:

- a) **comunicações:** Englobando equipamentos como telefones, telecomunicações, rádios, fax, e-mail, redes (networks), conferência eletrônica;

⁶HAMMAD, I. U.; RUSSEL, J. S.; ABOUD-ZEID, A. Information Technology (IT) and integration in the construction industry. In: Construction Management and Economics, v. 13, n. 2, p. 163-171, mar. 1995.dd

- b) **acessibilidade de dados:** EDI (Electronic data interchange), CAD (Computer aided design), Banco de dados, XML (Extended Markup Language);
- c) **sistemas de processamento de dados:** Sistemas comuns de processamento, Expert systems, etc.

Para HASSELL, BERNSTEIN e BOWER (2000) grande benefício da TI é a integração das informações através da integração de sistemas e pessoas chaves, possibilitando a coordenação e otimização de todas as fases de um empreendimento, do projeto à produção.

Dentre os custos com investimentos em Tecnologia da Informação BOWDEN e THORPE (2002) identificaram: a aquisição de hardware e software, a manutenção e atualização de hardware, o licenciamento e atualização de software, treinamento, suporte técnico e consultores especializados e integração com o sistema existente na empresa.

É importante também destacar que não basta investir em TI para obter as vantagens que proporciona o uso desta tecnologia. HENDERSON; VENKATRAMAN⁷ (1993) *apud* ZEGARRA (2000) afirmam que para atingir este objetivo, a TI deve ser “explodida funcionalmente sobre uma base contínua”, o que requer de uma mudança substancial na concepção da alta gerência do seu papel na organização, assim como do entendimento dos componentes críticos da estratégia da TI e de seu papel no suporte e na formulação das decisões estratégicas na empresa.

⁷HENDERSON, J.C.; VENKATRAMAN, N. Strategic alignment: leveraging information technology for transformation organizations. IBM systems journal, v32, n.1, p. 4-16, 1993.dd

3.2.2. A Tecnologia da Informação no Setor da Construção Civil

A partir dos anos 90 a indústria internacional da construção apresentou um acentuado crescimento no desenvolvimento de sistemas (MURRAY; NKADO; LAI, 2001). Inicialmente estes sistemas foram desenvolvidos de forma individual, cada um objetivando atender uma finalidade específica (SOILBELMAN; CALDAS, 2000). Contudo, a necessidade de integração do setor, reconhecida há décadas na indústria, pode realmente ser alcançada hoje através da tecnologia da informação, especialmente através da tecnologia WEB (DAWOOD; AKINSOLA; HOBBS, 2002).

Paradoxalmente, o setor da construção ainda é atualmente um dos setores tecnologicamente mais atrasados no que tange à utilização de TI (LIMA, 2005), e tem investido pouco em TI em relação a outros setores da indústria (ANDRESEN et al. 2000).

A razão disso, segundo JACOSKI (2003), é que as inovações tecnológicas ligadas ao setor da construção necessitam transpor uma série de contratempos antes de consolidarem, pois não é característica deste setor estar na vanguarda do uso de novas tecnologias.

NASCIMENTO e SANTOS (2003) corroboram com essa idéia e comentam que atualmente, com quase duas décadas de atraso, a indústria da construção civil está iniciando sua fase de consolidação do uso da Tecnologia da Informação através de Sistemas de Informação (SI) em seus processos.

O atraso se deve a um conjunto de barreiras relacionadas a problemas estruturais ligados à própria constituição do setor, aos profissionais que atuam na área e a deficiência de tecnologia:

- a) o tamanho, a diversidade e a fragmentação da indústria (HASSELL; BERNSTEIN; BOWER, 2000);
- b) não haver uma visão estratégica da empresa (LOVE; IRANI, 2004);

- c) a falta de empresas líderes (JACOSKI, 2003);
- d) os profissionais têm dificuldade para avaliar ou diferenciar as ferramentas de TI disponíveis no mercado (NASCIMENTO e SANTOS, 2002)
- e) os profissionais do setor que atuam no setor são resistentes a inovações das mais várias áreas, e a Tecnologia da Informação não é exceção (FREITAS, LIMA e CASTRO, 2001).
- f) o desenvolvimento de padrões de interoperabilidade para a indústria da construção tem demonstrado ser uma atividade complexa (ROE; REINA ⁸, 2001 apud NASCIMENTO, 2004);

SOIBELMAN e CALDAS (2000) também citam alguns problemas ainda não solucionados como fator de barreira à adoção da Tecnologia da Informação:

- a) a falta de adequação ao fluxo de informações nos processos;
- b) dificuldade de entender certas informações gerando a necessidade de esclarecimentos adicionais, o que provoca novos pedidos de informação, gerando novos fluxos de informação que congestionam o sistema; tempo excessivo de espera por respostas devido à falta de mecanismos de monitoramento dos fluxos de informação;
- c) ausência de tecnologias eficientes para indexar e buscar informações;
- d) acúmulo de informação desnecessária pela falta de conhecimento e adoção de critérios para se avaliar a qualidade da informação

Segundo NASCIMENTO (2004), as tecnologias mais usadas no setor são aquelas mais específicas como CAD (*Computer Aided Design*) e sistemas para cálculo de estruturas ou ferramentas para automação de escritórios (programas para edição de textos, elaboração de planilhas eletrônicas, criação de banco de dados e

⁸ ROE, A., REINA, P. Learning to Share is Tougher Than Anyone Anticipated - Industry fragmentation impedes automation. E-construction. 13/08/2001. McGraw-Hill Construction.

gerenciamento de correio eletrônico). O mesmo autor complementa que as tecnologias mais genéricas como EDI (*Electronic Data Interchange*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), PDM (*Product Data Management*), EDMS (*Electronic Document Management System*), WF (*Workflow*) e aplicações de *e-commerce* ainda são usadas em pequena escala. No canteiro de obras, a Tecnologia da Informação é normalmente usada para: planejamento de obras, controle de estoques e comunicação (ZEGARRA, 2000).

BOWDEN e THORPE (2002) citam algumas vantagens da utilização de TI no canteiro de obra como a possibilidade das informações serem imediatamente armazenadas em uma ferramenta de colaboração, proporcionando maior tempo de trabalho com estes dados; a possibilidade dos funcionários do canteiro de obras não necessitarem ir até o escritório para obter informações atualizadas, ganhando tempo e aumentando a produtividade; e o acesso às informações mais atualizadas, eliminando retrabalho devido a informações insuficientes, inapropriadas ou conflitantes.

3.2.3. Ambientes Colaborativos

3.2.3.1. Importância

A colaboração no desenvolvimento de um projeto consiste numa coordenação de informações visando comunicação, coordenação e cooperação da equipe do projeto. Ela possibilita que as pessoas envolvidas no projeto tenham uma visão geral do trabalho permitindo um entendimento compartilhado sobre o andamento das tarefas ou de todo o trabalho (GEROSA; FUKS; LUCENA, 2003). Segundo CALDAS e SOIBELMAN (2001), um sistema colaborativo bem projetado e utilizado é capaz de dar apoio à tomada de decisões e a melhoria dos processos.

A utilização de sistemas colaborativos para empresas da construção civil é recomendada por diversos autores devido a sua característica de fragmentação dos trabalhos entre diversos colaboradores, o que acarreta em problemas na gestão do projeto. Segundo DAWOOD, AKINSOLA, e HOBBS (2002) essa fragmentação dos trabalhos da construção civil provoca perda de eficiência, pequena produtividade, extrapolações de custo e prazos, conflitos e disputas. NITITHAMYONG E SKIBNIEWSKI (2004) apontam que a grande quantidade de *stakeholders* ligados à indústria da construção civil colabora para a fragmentação das atividades do setor, levando à problemas de documentação, informalidade e baixa produtividade. Essa recomendação para a utilização dos sistemas colaborativos na gerência de um projeto de construção civil é ampliada à medida que cresce o volume de informações que fluem entre os membros do projeto (CALDAS; SOIBELMAN, 2001). Os sistemas colaborativos devem gerenciar as informações relevantes disponibilizando a equipe do projeto as informações no momento apropriado, reduzindo os impactos causados pela fragmentação dos trabalhos existente no setor.

O uso de sistemas colaborativos também é incentivado pela crescente demanda por mais produtividade. GARNER e MANN (2003) mostram que os profissionais do setor da construção civil cada vez mais sofrem com as pressões para redução do tempo do empreendimento e reduções de custos. Dentro deste contexto, as empresas têm a oportunidade de atingir um novo patamar de desenvolvimento tecnológico com a introdução de inovações tecnológicas associada à melhoria do processo (HELENO; CINTRA; AMORIM, 2002).

Outro fator importante para a utilização de sistemas colaborativos é a redução do uso do papel na gerência dos projetos e como consequência uma maior precisão no controle de dados que não precisam ser mais registrados por ações manuais de anotações (ZHILIANG et al., 2004; CHIN et al., 2004). Corroborando com essa idéia, NASCIMENTO e SANTOS (2002) apontam que as trocas de informações

em extranets de projetos reduzem substancialmente o volume de papel gerado no desenvolvimento de um empreendimento.

Existe na construção civil uma grande demanda de armazenamento de informações que também justificam o uso de sistemas colaborativos. CALDAS E SOIBELMAN (2001) apontam que os empreendimentos de construção civil estão descritos numa grande quantidade de documentos para a sua definição e implementação. LEEUWEN e ZEE (2004) consideram que a disponibilidade de informações no projeto de uma construção tem grande efeito na qualidade e custos dos processos de construção.

NITITHAMYONG e SKIBNIEWSKI (2004) apontam algumas tendências relacionados a utilização dos sistemas colaborativos nos próximos anos:

- Redução do preço das aplicações
- Ferramentas padrão serão estabelecidas.
- Sistemas serão de mais fácil integração.
- A maior preocupação será a segurança de dados.

3.2.3.2. *Extranets* de projeto

Os sistemas colaborativos baseados na internet, ou também chamados de extranets, permitem essa coordenação de informações propiciando a colaboração entre as diversas partes envolvidas no projeto como fornecedores e clientes (CALDAS e SOIBELMAN, 2001). As extranets permitem a centralização e a administração do projeto com informações e resultados de trabalhos disponíveis do projeto diretamente no navegador da internet. Elas propiciam velocidade de comunicação e atualidade das decisões tomadas possibilitando uma análise crítica de toda a equipe (NASCIMENTO; SANTOS, 2002).

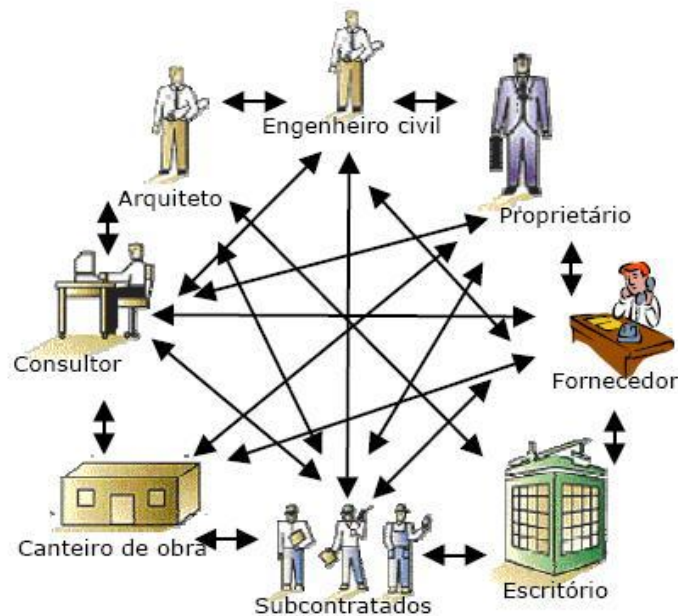
Além do termo *extranet*, é possível encontrar outros termos que referenciam sistemas colaborativos de projeto. O termo CSCW (*Computer Supported Collaborative Work*) vem sendo usado para designar as ferramentas colaborativas que permitem o acesso simultâneo a grupos de usuários. O CSCW objetiva o aumento da produtividade das organizações onde o trabalho é predominantemente grupal, promovendo reuniões de trabalho entre diversos usuários do sistema (MOECKEL, 2003). Recentemente é possível observar a referência ao termo *Web-based Project Management System* (WPMS) que representa os estudos de como a Web e as suas tecnologias associadas podem ser usadas para gerenciamento de projetos de construção civil (NITITHAMYONG; SKIBNIEWSKI, 2004). Os WPMS visam melhorar a documentação e controle das atividades relacionadas a uma obra revolucionando a maneira de conduzir os negócios.

Atualmente, é possível encontrar diversos sistemas colaborativos de projeto com diversas características e funcionalidades. Muitos desses sistemas usam as diversas tecnologias existentes vinculadas internet como sites da web, correio eletrônico, servidores de documentos (FTP), aplicações de chat, mensagens instantâneas, aplicações *Business-to-Business* (B2B) e *Peer-to-Peer* (P2P) (ISATTO; FORMOSO, 2002). NASCIMENTO (2004) classificou as *extranets* em dois tipos: as de armazenamento e as de gerenciamento. As *extranets* de armazenamento normalmente apenas apresentam funcionalidades relacionadas ao arquivamento de documentos e apenas alguns recursos de correio eletrônico. Já as *extranets* de gerenciamento apresentam as funcionalidades de *workflow* (monitoramento do fluxo de documentos e processos) além de notificar as atividades do projeto possibilitando reuniões virtuais e visualização de diversos arquivos de aplicativos (NASCIMENTO, 2004).

Segundo NASCIMENTO (2004), normalmente o fluxo de comunicação entre os diversos intervenientes de um empreendimento é do tipo “todos para todos”, no

qual os intervenientes comunicam-se desordenadamente entre si, levando a problemas no desenvolvimento de um empreendimento e dificultando o rastreamento das informações. (Figura 3.4)

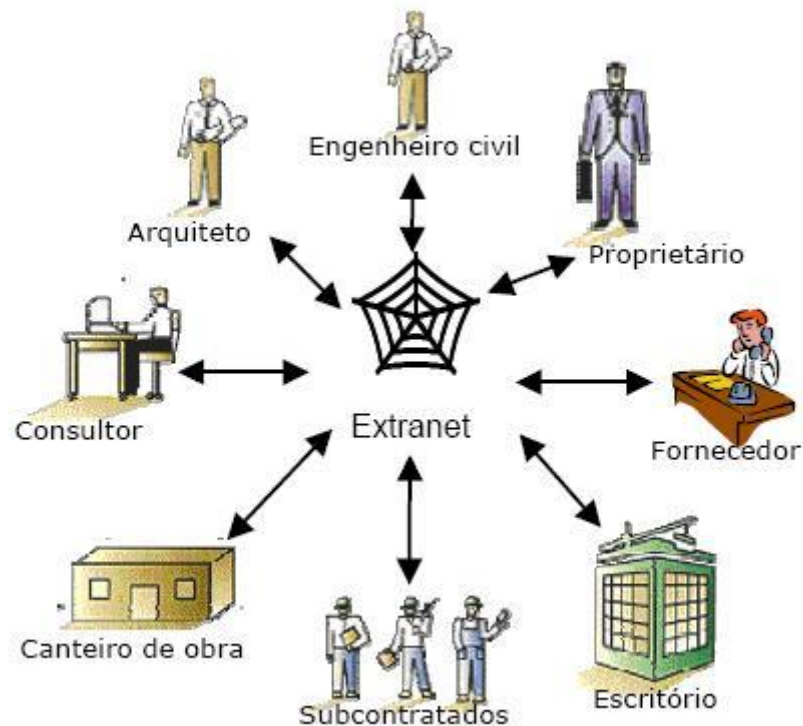
FIGURA 3.4 – COMUNICAÇÃO TÍPICA DE UM EMPREENDIMENTO SEM EXTRANET DE PROJETO



FONTE: NASCIMENTO (2004)

As extranets de projeto têm possibilitado um crescimento significativo na capacidade de comunicação entre os participantes de um empreendimento (CALDAS e SOILBELMAN, 2001). De acordo com O'BRIEN (2000) um sistema de gerenciamento de projetos baseados na web deve prover um meio centralizado, mutuamente acessível e confiável para se transmitir e armazenar informações quanto ao projeto, proporcionando assim uma forma de disponibilizar simultaneamente as informações a toda equipe envolvida". Quando se adota uma extranet de projeto em um empreendimento, o fluxo de informações fica centralizado e controlado pela extranet de projeto (figura 3.5).

FIGURA 3.5 – COMUNICAÇÃO TÍPICA DE UM EMPREENDIMENTO COM EXTRANET DE PROJETO



FONTE: NASCIMENTO (2004)

Atualmente vêm se destacando no mercado as extranets do tipo ASP (Application Service Provider), na qual as empresas pagam um valor mensal por projeto ou usuário cadastrado ou, então, por espaço em disco para utilizar os serviços de uma empresa de hospedagem de dados para acesso via web (datacenter). De acordo com NITITHAMYONG e SKIBNIEWSKI (2004) estas extranets têm se tornado popular por requerer o mínimo de recursos técnicos, financeiros e humanos para operá-las, tornando-se uma solução viável para pequenas e médias construtoras que não possuem recursos para manter um departamento de TI e uma sofisticada estrutura de rede.

3.2.3.3. Barreiras ao uso de extranets

Com base nos trabalhos de O'BRIEN (2000), SOIBELMAN e CALDAS (2000) e NITITHAMYONG e SKIBNIEWSKI (2004) é possível compilar uma lista com as barreiras ao uso das extranets:

- a) Dificuldade em quantificar custos e benefícios;
- b) Grau de confiabilidade do sistema;
- c) Segurança do sistema;
- d) Falta de interação com outros sistemas relacionados à execução do projeto;
- e) Resistência à mudança;
- f) Barreiras relacionadas à autorização de acesso e uso de senhas e logins;
- g) Membros do projeto com falta de maturidade colaborativa;
- h) Concorrência de informações com canais de comunicação fora do sistema;
- i) Excessiva generalidade das aplicações;
- j) Incerteza quanto ao tratamento legal de transações de contratos e ordens de serviço deliberadas através do sistema;
- k) A falta de adequação do fluxo de informação ao fluxo do processo organizacional;
- l) Acúmulo excessivo de informação e não adoção de critérios para se avaliar a qualidade da informação;
- m) Grande variedade de dados dificultando o acesso a informação;
- n) Dificuldade de entendimento de informações gerando a necessidade de esclarecimentos adicionais;

- o) Demora nas respostas devido à falta de mecanismos de monitoramento dos fluxos de informação;
- p) Falta de definições dos responsáveis pela informação após a conclusão do projeto;
- q) Conexão com a internet lenta e instável.

Muitos autores apontam, ainda, dificuldades devido a falta de eficiência no uso desse tipo de tecnologia. Segundo CALDAS e SOIBELMAN (2001) é necessário que as extranets sejam adequadamente projetadas e utilizadas para que seja alcançada eficiência na colaboração e coordenação. BORDIN; SCHIMITT e GUERRERO (2002) consideram que a tecnologia envolvida nas extranets só oferecerá vantagens na colaboração através de uma análise contínua e monitoramento. RUSCHEL e ANDRADE JÚNIOR (2004) apontam a necessidade de um gerenciamento eficiente do fluxo de informação e coordenação das atividades de equipe.

BORDIN; SCHIMITT e GUERRERO (2002) também apontam que o fato dos usuários das extranets ainda usarem outras formas de comunicação atrapalha a coordenação pelo não registro de informações importantes no sistema e a impossibilidade de sua retro alimentação para futuros projetos. Existe também um problema da identificação dos custos e benefícios reais do uso dos sistemas colaborativos num projeto. Esse problema é ainda mais agudo na indústria da construção civil devido a sua fragmentação do trabalho (ANDRESEN et al., 2000).

3.3. COMPUTAÇÃO MÓVEL

Para REBOLJ, MAGDIC e CUS-BABIC (2002) um dos principais problemas em se utilizar a TI na engenharia civil é que a atividade de construção envolve constantes mudanças de local, uma grande desvantagem em relação a outras

indústrias. SOUZA e AMORIM (2001) corroboram com a mesma afirmação e complementam que não só os supervisores e engenheiros, mas até mesmo mestres costumam deslocar-se entre diferentes canteiros, às vezes distantes entre si. Dentro de um mesmo canteiro as equipes distribuem-se em locais diferentes, obrigando-se a constantes deslocamentos para inspeção e controle.

Assim, uma tecnologia que vem crescendo em aplicações para construção civil são os dispositivos móveis, computadores portáteis que conseguem armazenar aplicações com boa quantidade de dados (AZIZ et al., 2004). Segundo estes autores o uso de computação móvel na indústria da construção ainda apresenta algumas limitações a serem superadas: há pouco trabalho para integrar tecnologias emergentes como web semântica, serviços web (web services) e agentes no setor da construção; a colaboração remota apoiada pela computação móvel é vista como a simples entrega de informações relevantes; os sistemas ainda se baseiam no paradigma das informações estarem desconectadas, gerando o problema de concorrência de dados nas aplicações; o uso dos dispositivos móveis ainda é visto no setor como um modismo de alguns construtores.

Segundo KULADINITHI, TIMM-GIEL e GÖRG (2004), a utilização desses sistemas deve revolucionar os processos de trabalho do setor da construção, com um novo paradigma na computação: levar as capacidades de um computador normal ao dispositivo pessoal do construtor podendo ser usado para melhoria da eficiência e eficácia do trabalho.

KIMOTO et al. (2005) enumerou alguns requisitos necessários para computação móvel na construção civil: mobilidade e durabilidade do hardware; compatibilidade do hardware e do sistema operacional; coerência de dados entre o dispositivo móvel e a base de dados central; estabilidade do sistema e fácil interface com o usuário.

4. MÉTODO DE PESQUISA

4.1. INTRODUÇÃO

De acordo com YIN (2005) as questões mais comuns para a definição do método de estudo de caso são:

- como definir o caso que esta sendo estudado;
- como determinar os dados relevantes para serem coletados;
- o que fazer com os dados uma vez coletados.

Assim, o presente capítulo, que tem como objetivo descrever o método de pesquisa utilizado para a realização desta dissertação, irá responder essas questões. Inicialmente, a partir do problema de pesquisa, é definido o método de pesquisa mais adequado para alcançar os objetivos propostos inicialmente. Em seguida é apresentada uma visão geral da estratégia de pesquisa. No item posterior é detalhado o processo de condução dos estudos de caso, contemplando tanto uma descrição geral das etapas, como o detalhamento das ferramentas utilizadas para coleta e análise dos dados.

4.2. DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

De acordo com YIN (2005), a escolha de uma estratégia de pesquisa deve ser feita a partir da avaliação de três condições: (a) no tipo de questão de pesquisa proposta, (b) na extensão de controle que o pesquisador tem sobre eventos comportamentais atuais e (c) no grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos em oposição a acontecimentos históricos. Ainda segundo YIN (2005), para questões do tipo “como” e “por que” sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos, sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle, o método de pesquisa escolhido deve ser o estudo de caso.

Estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo particular dentro de seu próprio contexto utilizando-se de múltiplas fontes de evidência (ROBSON, 1993; YIN, 2005).

YIN (2005) enuncia cinco aplicações diferentes para o método de estudo de caso:

- a) explicar as relações existentes em intervenções da vida real que são complexas demais para as estratégias experimentais ou utilizadas em levantamentos;
- b) descrever uma intervenção, assim como o contexto da vida real em que ela ocorre;
- c) avaliar, de modo descritivo, a intervenção realizada;
- d) explorar as situações nas quais a intervenção que esta sendo avaliada não apresenta um conjunto simples e claro de resultados;
- e) ser uma “meta-avaliação” – o estudo de um estudo de avaliação.

Baseado nessas proposições foi escolhido como estratégia de pesquisa mais apropriado para esse trabalho o método de pesquisa de estudo de caso.

A pesquisa bibliográfica foi definida como método auxiliar com a finalidade de fornecer o embasamento teórico para estruturar a preparação, condução e análise do estudo de caso. ROBSON (1993) descreve revisão bibliográfica como uma verificação de fatos já comprovados que estão relatados em material existente como: publicações periódicas, livros de leitura corrente, livros de referência e outros impressos.

A base teórica, através da pesquisa bibliográfica, além de guiar a coleta e análise de dados, irá auxiliar na generalização dos resultados obtidos com o estudo de caso (YIN, 2005).

4.3. VISÃO GERAL DA PESQUISA

Essa dissertação foi desenvolvida na seqüência do projeto “SIGEO – Prototipação de um Sistema de Gestão da Construção Civil para micro e pequenas empresas”, financiado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e paralelamente ao projeto “Plantracker – Sistema de Gestão de Obras”, o qual contou com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Ambos os projetos que estão inseridos nas linhas de pesquisas “Planejamento e Controle da Produção” e “Ambientes de Comunicação e Colaboração (CSCW)” do Grupo de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil (GRUPOTIC) da Universidade Federal do Paraná, e têm como objetivo em comum o desenvolvimento de um sistema de informática para planejamento e controle da produção. Tal sistema, intitulado Plantracker, propõe a integração em ambiente WEB das informações geradas no canteiro de obra para o planejamento, o controle da execução, qualidade e segurança dos serviços utilizando dispositivos de computação móvel (MENDES JR. et al., 2005; MENDES JR. et al. 2006). O programa de computador Plantracker, detalhado no capítulo 5 desta dissertação, será utilizado como base de análise e avaliação de um sistema de informática para o planejamento e controle da produção.

As figuras 4.1 e 4.2 a seguir apresentam, respectivamente, uma visão geral deste trabalho em relação aos projetos SIGEO e Plantracker e um esquema teórico das etapas efetuadas para a realização da pesquisa.

FIGURA 4.1 – CRONOGRAMA GERAL DA PESQUISA

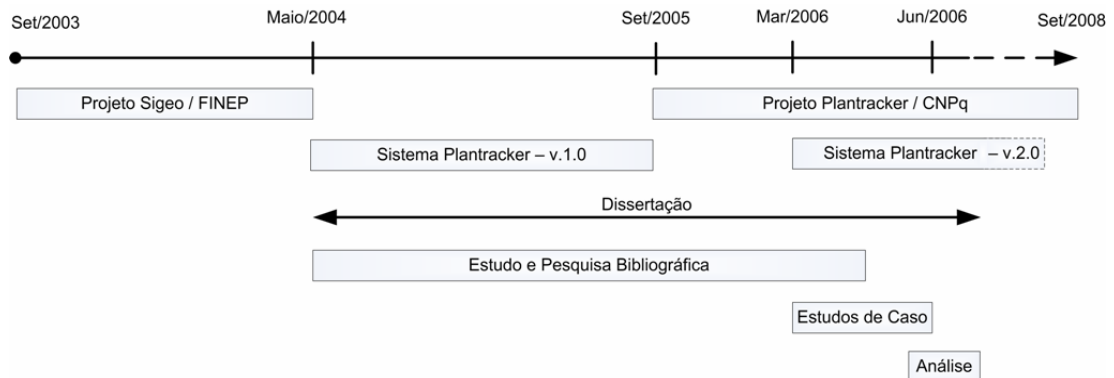
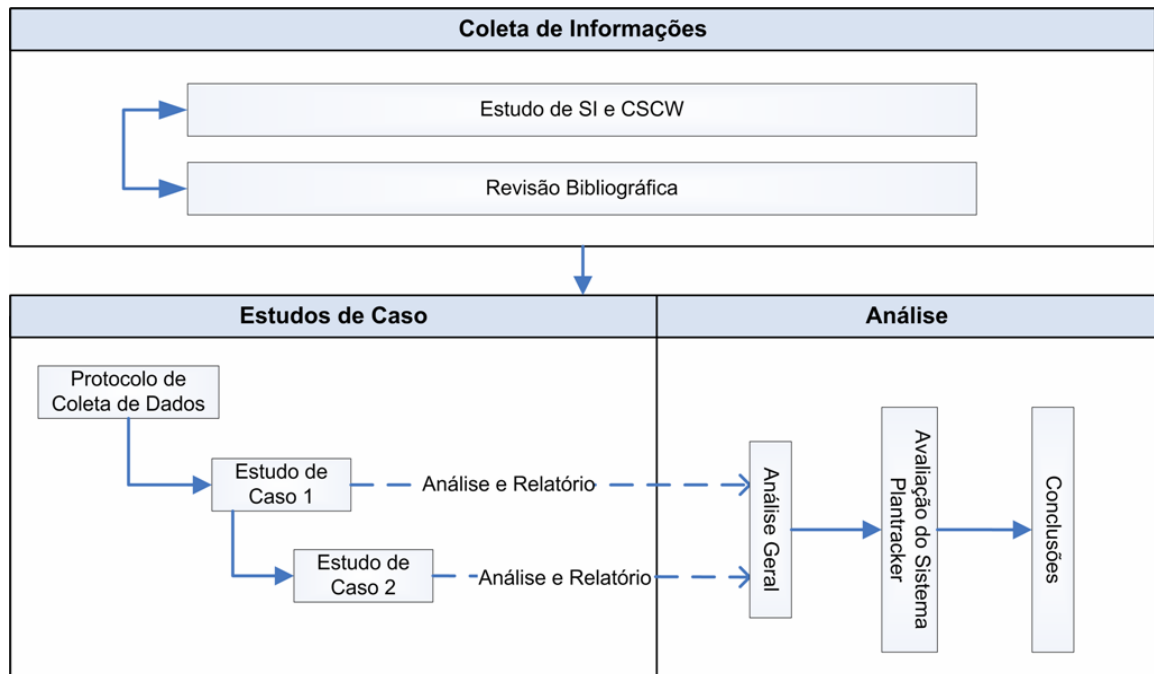


FIGURA 4.2 – VISÃO GERAL DA PESQUISA



A primeira fase da pesquisa foi a de coleta de informações, a qual incluiu uma revisão bibliográfica sobre todos os aspectos do tema escolhido, com ênfase na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil e ao Planejamento e Controle da Produção. Em paralelo à revisão bibliográfica realizou-se o estudo de Sistemas de Informações (SI) e Sistemas Computacionais de Suporte ao Trabalho Colaborativo (CSCW), com participação direta do autor na concepção do sistema Plantracker.

Essa etapa inicial auxiliou o desenvolvimento do plano de trabalho, com a definição dos objetivos e hipóteses e problema de pesquisa que serão abordados nessa dissertação. Essa construção do plano de pesquisa, segundo YIN (2005), é essencial que se faça antes da coleta de dados dos estudos de caso.

A segunda fase da pesquisa foi a realização dos estudos de caso. Inicialmente foi definido um protocolo de coleta de dados, conforme descrito na seção 4.4. Neste trabalho foram realizados dois estudos de caso de caráter exploratório. A idéia central desta etapa é a compreensão dos fluxos de informações referentes ao planejamento e controle da produção, com o objetivo de avaliar o uso da Tecnologia da Informação para apoiar o processo de Planejamento e Controle da Produção.

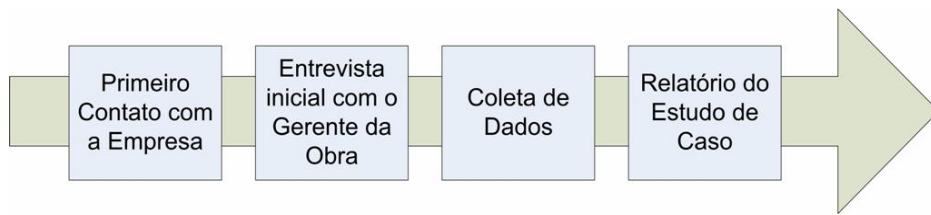
A partir dos estudos de caso realizados passou-se a fase de análise da pesquisa, onde se avaliou os resultados obtidos comparativamente ao referencial teórico pesquisado e, também, avaliar a utilização de sistema de informática, como o Plantracker, para apoiar o processo Planejamento e Controle da Produção de empresas construtoras.

4.4. PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

YIN (2005) ainda define o estudo de caso como uma estratégia de pesquisa abrangente que compreende a lógica de planejamento, as técnicas de coletas de dados e as abordagens específicas para análise e relatório dos dados.

Nessa sessão serão explicitados os procedimentos de campo para condução da pesquisa, ou seja, será definido o protocolo de coleta de dados do trabalho. Segundo YIN (2005), o protocolo é uma maneira eficaz de aumentar a confiabilidade dos estudos de caso. A Figura 4.3 ilustra a estrutura do protocolo utilizado nessa pesquisa.

FIGURA 4.3 – PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS



O primeiro passo do protocolo era contatar as empresas estudo de caso para constatar o interesse das mesmas em participar da pesquisa, bem como verificar a disponibilidade de uma obra o estudo de caso. Com as relações já formalizadas e a obra definida, eram iniciados os trabalhos em campo. Então, uma entrevista inicial com o engenheiro responsável pela obra era agendada com o intuito de obter informações gerais a respeito do empreendimento e sua estrutura organizacional. Nesse momento iniciava a coleta de dados em campo através de observação direta, levantamento de documentos e entrevistas. A próxima etapa foi organizar as informações e dados coletados em campo de forma que fosse possível definir o modelo do processo de Planejamento e Controle da Produção dessas empresas.

A seguir é apresentado de maneira detalhada cada uma das etapas do protocolo de coleta de dados:

4.4.1. Contato Inicial:

Primeiramente, foi estabelecido contato entre o pesquisador e a direção ou alta gerência das empresas com o intuito de apresentar a pesquisa a ser realizadas, seus objetivos, método de trabalho e prazo de execução. Essa primeira etapa teve como objetivo verificar se havia o interesse da empresa em participar da pesquisa, bem como constatar a existência de uma obra em andamento na qual fosse possível realizar o estudo de caso. Sendo atendido esse dois requisitos, foi formalizado o acordo de cooperação entre a empresa estudo de caso e a instituição pesquisadora.

4.4.2. Entrevista Inicial com o Gerente da Obra

A entrevista inicial com o gerente da obra tinha o objetivo de situar o pesquisador com relação à estrutura organizacional da empresa e da obra estudo caso, buscando assim familiarizar o pesquisador com o ambiente de estudo.

4.4.3. Coleta de Dados

O objetivo da coleta de dados era obter evidências que auxiliassem na caracterização do processo de Planejamento e Controle da Produção de cada empresa estudada.

Segundo YIN (2005), uma escolha adequada das fontes de evidência deve basear-se em três princípios: a utilização de múltiplas fontes de evidência, a criação de uma base de dados e o estabelecimento de uma cadeia de evidências - que, se observados, contribuem, consideravelmente, para aumentar a validade, a confiabilidade e a representatividade da pesquisa. Ainda segundo YIN (2005) as evidências para estudos de caso podem vir de seis fontes: (1) Documentação; (2) Registros arquivais; (3) Entrevistas; (4) Observação direta; (5) Observação participante; (6) Artefatos físicos.

Nos itens seguintes, são explicitadas as principais fontes de evidência empregadas ao longo desse estudo.

4.4.3.1. Documentação

Sua finalidade principal é corroborar e aumentar as evidências vindas de outras fontes. É possível fazer inferências a partir da análise da qualidade dos registros e dos documentos (YIN, 2005).

Nesse estudo, documentos relacionados aos sistemas de custeio e de Planejamento e Controle da Produção, bem como outros documentos presentes

diretamente nos canteiros de obras. Tais documentos foram consultados com o propósito de confirmar algumas das informações obtidas nas entrevistas realizadas durante o diagnóstico. Entre os documentos analisados, há trechos de orçamentos, planos de obra e manuais de procedimentos da empresa.

4.4.3.2. Entrevistas

A entrevista é uma das fontes de dados mais importantes para os estudos de caso (YIN, 2005). Pode assumir várias formas (ROBSON, 1993):

- a) entrevista aberta: sem uma ordem nas perguntas, com um pequeno ou nenhum direcionamento por parte do entrevistador;
- b) entrevista direcionada: uso da entrevista como um guia especificando apenas os tópicos-chaves, sem uma ordem nas perguntas;
- c) entrevista estruturada: com um conjunto estruturado de perguntas

Nos estudos de caso foram feitas entrevistas abertas com os envolvidos no processo de Planejamento e Controle da Produção.

4.4.3.3. Observação Direta

A observação direta, segundo YIN (2005), se traduz em uma visita de campo ao “local” do estudo de caso, assim o investigador criará oportunidade para observações diretas. Tais observações servem de evidência em um estudo de caso. Evidências observacionais são freqüentemente usadas no fornecimento de informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado.

O pesquisador esteve na sede e nas obras das empresas estudo de caso e pode conferir *in loco* o trabalho das pessoas diretamente envolvidas como processo de Planejamento e Controle da Produção.

4.4.4. Relatório de Estudo de Caso

Esta etapa consiste na caracterização, através de modelos, do processo de Planejamento e Controle da Produção das empresas estudadas a partir das informações coletadas nos estudos de caso. Para elaboração desses modelos, foram utilizadas neste trabalho as mesmas ferramentas propostas no trabalho de ZEGARRA (2000): Organograma; Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) e Dicionário de Dados. Tais ferramentas serão explicitadas nos itens a seguir.

4.4.4.1. Organograma

Um organograma é a representação da configuração da estrutura funcional e, portanto, também da estrutura de informação em uma empresa (ZEGARRA, 2000). O organograma serve para visualizar as diversas áreas nas quais está dividida a empresa e as hierarquias existentes. Além disso, ajuda a identificar as pessoas chaves para entrevistas futuras. Também dá uma idéia de como acontecem os fluxos de informações dentro da empresa.

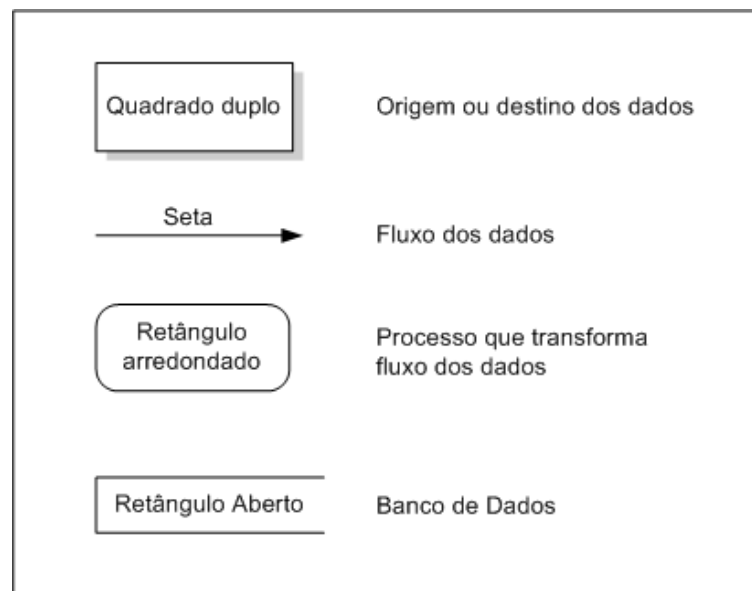
4.4.4.2. Diagrama de Fluxo de Dados

DE MARCO (1989) e GANE; SARSON (1983) reconhecem que para a análise de um sistema de informação em uma empresa é importante começar-se por um Diagrama de Fluxo de Dados (DFD). Ele servirá de modelo para reproduzir, entender e otimizar o sistema. Este diagrama serve para representar as entidades que intervêm no fluxo de informações, os dados ou as informações e os bancos de dados. Serve igualmente para simbolizar o fluxo de dados na organização de forma lógica (o que acontece) sem se preocupar em dizer como isto acontece. A idéia é representar, através do diagrama, os processos que são utilizados e de onde vêm e para onde vão os dados.

Para construção de um Diagrama de Fluxo de Dados Lógico (DFD), GANE e SARSON (1983) apresentam quatro símbolos básicos (figura 4.4), representando *Entidades externas*, *Fluxo de dados*, *Processo*, *Depósito de dados*.

- a) O *Quadrado Duplo* representa uma entidade (empresa, departamento ou pessoa) que interage com o sistema, sendo origem ou destino dos dados.
- b) A *Seta* indica a transferência de dados entre entidades, processos ou bancos de dados, sendo o destino indicado pela ponta da flecha.
- c) O *Retângulo Arredondado* indica a realização de um processo de transformação de dados. As informações por ele geradas são sempre diferentes daquelas que o alimentam. O Retângulo Arredondado pode ser opcionalmente dividido em três áreas como demonstrado na figura 4.5.,
- d) O *Retângulo Aberto* em seu lado direito indica um banco de dados.

FIGURA 4.4 – SÍMBOLOS DO DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS LÓGICO

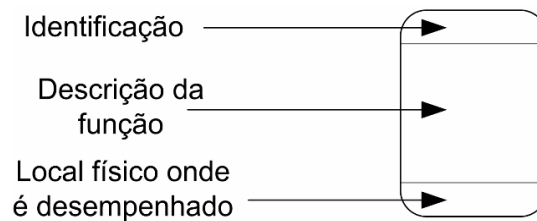


FONTE: GANE; SARSON, 1983

As entidades, dados transferidos, processos e bancos de dados devem ser adequadamente nomeados, a fim de permitir a sua fácil identificação no modelo. A

representação gráfica do DFD não considera os meios físicos que dão suporte ao sistema, mas apenas seus envolvidos, a entrada, saída e armazenamento de dados e os processos desempenhados.

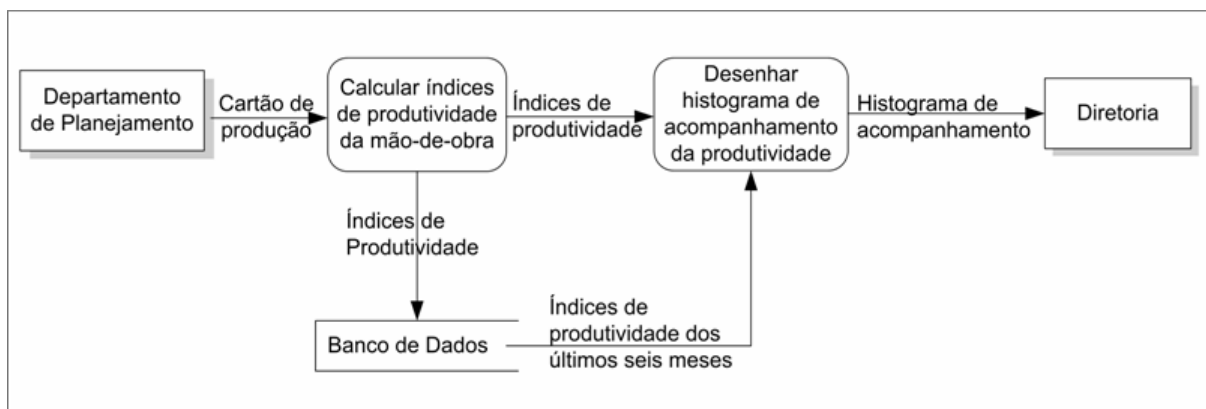
FIGURA 4.5 – SÍMBOLO DO PROCESSO



FONTE: GANE; SARSON, 1983

A figura 4.6 apresenta um exemplo de diagrama de fluxo de dados de BERNARDES (1996). Pode se saber, a partir desse diagrama, que o departamento de planejamento coleta os dados sobre o andamento dos serviços de suas obras através da utilização do cartão de produção. Essa informação alimenta o processo de cálculo dos índices, realizado pelo próprio encarregado pelo planejamento. Após o processamento, serão obtidos índices de produtividade que alimentarão um outro processo, o de desenho de um histograma de acompanhamento. Os novos índices coletados são enviados a um banco de dados o qual é acessado para pesquisa de índices de períodos passados. Os histogramas desenhados são enviados para a diretoria da construtora.

FIGURA 4.6 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS



FONTE: BERNARDES, 1996

4.4.4.3. Dicionário de Dados

O dicionário serve para definir os símbolos utilizados no diagrama de fluxo de dados. Também fornece informação sobre a definição, estrutura e utilização dos dados empregados pela organização. GANE; SARSON (1983) afirmam que, no desenvolvimento de sistemas com interfaces com outros sistemas, os Dicionários de Dados podem ajudar os analistas a evitarem redundâncias de dados que são necessários a várias entidades de uma mesma organização. Quando estes dados são pensados no início do desenvolvimento de um sistema, se tem melhores condições para se criar uma base de dados comum para toda a empresa.

4.5. ESTRATÉGIA DE ANÁLISE

Segundo YIN (2005) é fundamental que seja definido durante o estudo de caso qual é a unidade de análise da pesquisa. As unidades de análise podem ter diferentes naturezas como: organizações, indivíduos, grupos, eventos entre outros. A definição da unidade de análise determina os limites da coleta e análise dos dados. Neste trabalho, a unidade de análise é o processo de Planejamento e Controle da Produção.

A análise dos dados obtidos durante a coleta de dados nas empresas estudo de caso foi realizada de forma individual, isto é à análise de cada estudo de caso foi feita isoladamente, comparando-os ao fluxo e dicionário de dados apresentados por BERNARDES (2001) e descritos no item 5.3 deste trabalho.

A partir da análise dos estudos de caso e do referencial teórico pesquisa são propostas diretrizes para o uso de Tecnologia da Informação no processo de Planejamento e Controle da Produção.

5. SISTEMA PLANTRACKER

5.1. PROJETO SIGEO

O sistema PLANTRACKER teve início com o projeto SIGEO (Sistema de Gestão de Obras), que, por sua vez, surgiu como uma evolução do trabalho iniciado em 2000 no desenvolvimento de protótipos em ambiente WEB para a gestão de projetos de construção no GRUPOTIC. Assim o projeto insere-se perfeitamente em uma das linhas de pesquisa que o grupo elegeu em sua fundação, no ano de 2000.

Com o objetivo de projetar e desenvolver uma aplicação ágil para a consulta, atualização e registro das informações de atividades geradas em canteiros de obra, foi submetida, em setembro de 2002 à FINEP, uma proposta para o Edital do CT-INFO 2002, a qual foi aprovada em dezembro de 2002. Dentro dos objetivos do projeto, além do desenvolvimento de um programa computacional protótipo para gestão de obras no nível operacional utilizando-se da Internet e computação móvel estava, constava também a pré-incubação de uma empresa para comercialização do protótipo desenvolvido.

5.2. MÉTODO DE TRABALHO

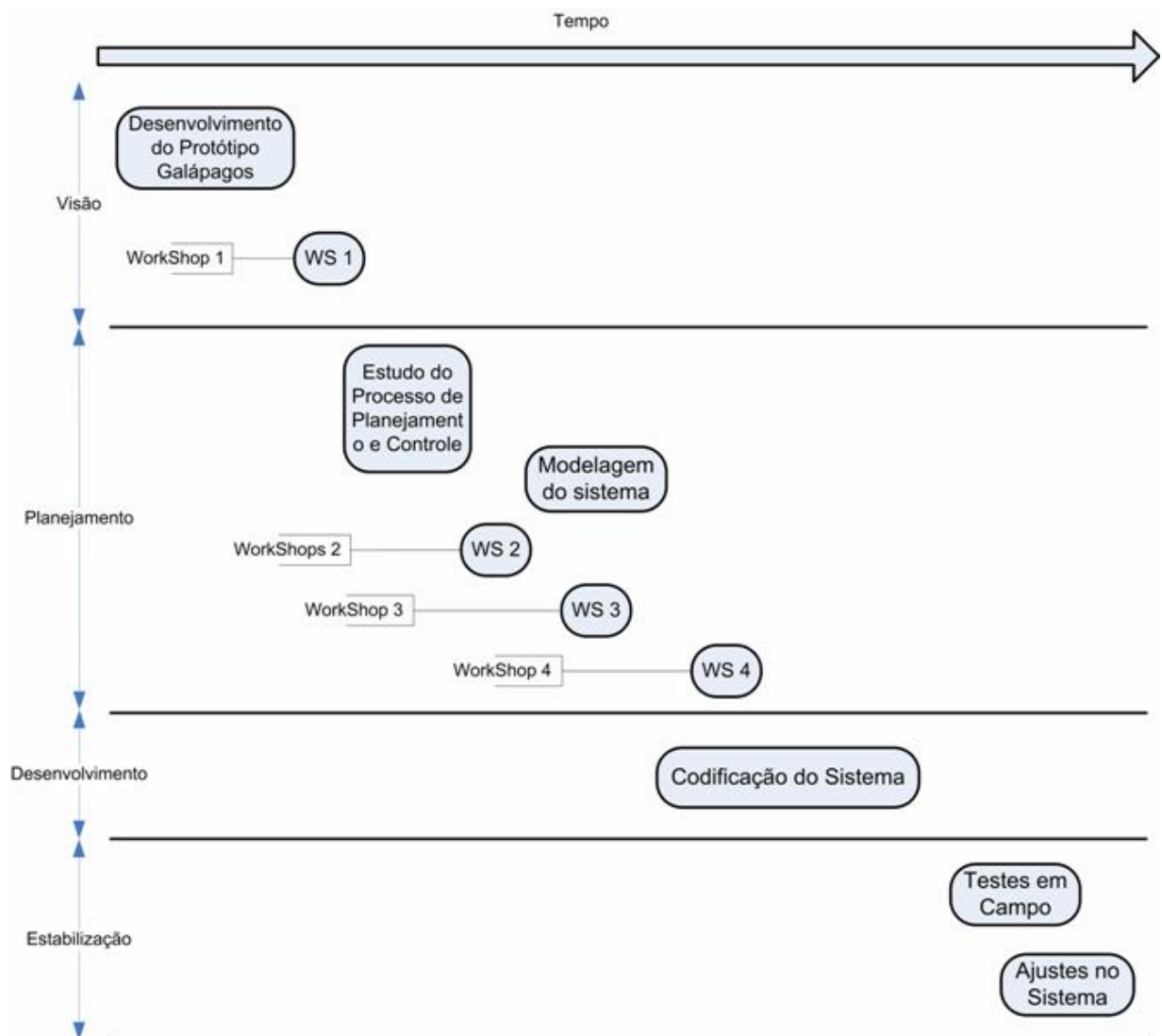
O projeto foi conduzido em quatro etapas:

- a) **visão:** identificação das necessidades do negócio junto a futuros usuários, determinação de objetivos gerais do sistema;
- b) **planejamento:** definição das funcionalidades a serem incluídas no sistema, e a elaboração do plano para o seu desenvolvimento;
- c) **desenvolvimento:** codificação e documentações do sistema, e sua liberação para testes;

d) **estabilização:** identificação das falhas do sistema e sua eliminação.

Na figura 5.1 é apresentada uma visão geral das fases de desenvolvimento do sistema PLANTRACKER ao longo do tempo. A fase de visão ocorreu entre agosto e outubro de 2003. A fase de planejamento iniciou logo após a fase de visão, em novembro de 2003, e terminou em abril de 2004. A fase de desenvolvimento do sistema, isto é, sua codificação, durou 12 meses, de fevereiro de 2004 à fevereiro de 2005. Em junho de 2005 teve início os testes do sistema PLANTRACKER em obra, o que, conseqüentemente, demandou ajustes no sistema. Finalmente, em outubro de 2005 foi lançada a versão 1.0 do sistema.

FIGURA 5.1 – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA PLANTRACKER



5.2.1. PROTÓTIPO GALÁPAGOS

Inicialmente, com o propósito de estudar e demonstrar o uso da tecnologia WEB associada a dispositivos móveis no desenvolvimento de aplicação de gerenciamento de obras, foi desenvolvido um projeto piloto, prova de conceito patrocinada pelo Centro de Treinamento XML de Curitiba, que produziu um protótipo denominado Galápagos (MENDES JR et al., 2004). A implementação ocorreu durante um período de sete semanas e teve como objetivo principal o desenvolvimento de duas aplicações (uma aplicação WEB simplificada e uma aplicação para dispositivo móvel) para comunicação de dados entre três módulos de dados essenciais para uso em gerenciamento de empreendimentos de construção civil - orçamento, planejamento e controle da obra, que utilize a comunicação de dados entre equipamentos distintos (Servidor e Pocket PC).

Para identificar as necessidades do negócio e definir as funcionalidades a serem incluídas no sistema foi adotado um método baseado em workshops. Esses workshops, organizados pelo GRUPOTIC (Grupo de Tecnologia de Informação e Comunicação) da UFPR entre os meses de outubro de 2003 e abril de 2004, contaram com a participação engenheiros de construtoras da região de Curitiba, mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil e professores da UFPR, UEPG e UFF.

Paralelamente aos workshops foram estudados os processos de planejamento e controle de duas construtoras de Curitiba através da realização de entrevistas com os envolvidos em cada organização, desde diretores até técnicos de obra. Esse estudo teve o intuito de coletar informações sobre os processos utilizados pelas empresas e mapear as dificuldades encontradas nos mesmos.

5.2.2. Workshop 1

O primeiro workshop teve como objetivo introduzir os diversos participantes no contexto do projeto e iniciar as discussões do funcionamento do sistema. Inicialmente, foi exposto o protótipo Galápagos, uma vez que este apresentava uma arquitetura conceitual muito próxima da qual pretendia-se com o novo sistema; uma aplicação WEB associada a dispositivos móveis no para o gerenciamento de obras.

Os participantes foram induzidos a opinar sobre as características e necessidades que do futuro sistema, abordando as dificuldades e desafios existentes na gestão de obras. Cinco itens foram propostos pelos participantes do workshop como requisitos que deveriam ser contemplados no escopo do sistema:

- Planejamento (operacional – diário);
- Controle de execução das tarefas (qualidade);
- Medição das atividades;
- Controles de segurança do trabalho
- Integração com Banco de Dados (para reaproveitamento em obras futuras)

Após o workshop a equipe de pesquisadores do projeto se concentrou no estudo mais aprofundado desses requisitos e organização de todas as idéias levantadas na discussão.

5.2.3. Workshop 2

O segundo workshop iniciou com a apresentação dos cinco requisitos eleitos no workshop anterior, além de outras informações levantadas pelos pesquisadores sobre esses requisitos. Os pesquisadores também estruturaram as diversas

informações relacionadas aos requisitos indicando como seria a sua entrada no sistema, quais os processamentos necessários e saídas esperadas. As discussões do workshop focaram na validação dos diversos conceitos introduzidos pelos pesquisadores acerca dos requisitos.

5.2.4. Workshop 3

Uma vez validados e estruturados os requisitos a serem abordados pelo sistema, o trabalho dos pesquisadores se concentrou na modelagem conceitual desses diversos requisitos em estruturas lógicas.

Essa estruturação teve como base o trabalho desenvolvido por SOUZA E AMORIM (2001), o qual apresenta os dados estruturados em duas linhas:

- Uma lógica espacial, na qual os eventos são associados a locais;
- Uma lógica de atividades ou serviços, baseada no conceito de tarefa que é um conjunto de atividades necessárias para a realização de boa parte da obra.

Essa estrutura lógica foi apresentada aos participantes do Workshop 3, juntamente com um esboço das telas de interface do sistema.

5.2.5. Workshop 4

No quarto Workshop foi apresentada a arquitetura do sistema, bem como o esboço das telas definitivas da aplicação. A intenção foi passar aos participantes uma visão de como o sistema seria desenvolvido e quais os prazos de desenvolvimento. Também foram discutidas funcionalidades que futuramente poderiam ser incorporadas ao sistema.

Após o workshop 4 o trabalho dos pesquisadores se concentrou na codificação da aplicação, utilizando a linguagem C# ASP.NET, envolvendo nessa

etapa do trabalho diversos programadores do GRUPOTIC e programadores contratados para o projeto.

5.2.6. Testes em Campo

Depois de concluído o desenvolvimento do sistema buscou-se realizar a implantação do mesmo em uma obra, a fim de homologar os requisitos especificados e verificar a viabilidade da sua utilização em canteiro de obras.

Assim, o sistema desenvolvido foi aplicado em uma obra na região metropolitana de Curitiba, no período de cinco meses, de julho a novembro de 2005. A empresa construtora, com sede em Curitiba, atua há mais de 25 anos no ramo da construção civil, com ênfase no segmento habitacional de baixa renda. A empresa possui certificação ISO 9000 e o nível A do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação (PBQP-H).

5.2.6.1. Características do Canteiro de Obra

A obra onde se realizou o estudo, a qual será denominada Obra A, trata-se de um empreendimento do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) do governo federal, financiada pela Caixa Econômica Federal, situado na Região Metropolitana de Curitiba.

A construção do empreendimento, que iniciou em janeiro de 2005 com duração prevista de 12 meses, é constituída de 19 blocos residenciais com 4 pavimentos e 4 apartamentos por andar, totalizando 304 residências. O número de funcionários alocados à obra variou de 70 a 200, conforme a fase de execução.

Como estrutura de tecnologia da informação a Obra A possui no canteiro de obra 3 computadores interligados em rede e com acesso em banda larga a internet. Esses computadores eram usados para controle administrativo da obra (incluindo o

armazenamento de medições), utilizando-se os softwares Microsoft Excel e Microsoft Project. Através da internet existia uma grande interação do escritório central com a obra, sempre via e-mail.

Pode-se perceber que a obra apresenta toda estrutura necessária para pleno uso do sistema, mitigando, assim, barreiras relacionadas à infra-estrutura de tecnologia da informação.

5.2.6.2. Plano de Trabalho

Primeiramente, foram definidos os usuários do sistema e seus respectivos papéis (limitando o acesso a determinados módulos do sistema). Em seguida, foi definido o usuário administrador, cuja função era ser o líder da implantação, responsável pela efetiva utilização do sistema na obra estudo de caso. Para a Obra A foi definida como administradora uma engenheira de produção civil recém contratada para readequar os processos de qualidade da empresa, com o objetivo de renovar as certificações (ISO e PBQP-h). O próximo passo foi realizar treinamento aos usuários, apresentando-lhes uma visão geral e, também, conforme o papel definido, as funcionalidades específicas do sistema. Antes do uso efetivo do sistema foram realizadas as configurações iniciais do mesmo, com destaque para a relação dos serviços de obra e seus respectivos itens de verificação da qualidade. Essa tarefa foi facilitada, pois a empresa estudada já possui um padrão da qualidade e a administradora do sistema era responsável diretamente pela implantação da qualidade.

O próximo passo do plano de trabalho foi, em conjunto com o engenheiro da obra, definir o planejamento dos serviços de médio prazo. Foram planejados apenas parte dos serviços da obra, pois uma grande quantidade de dados, em um primeiro momento, poderia complicar o uso do sistema. Com os serviços planejados, foi

possível realizar o controle de execução e da qualidade, utilizando o próprio sistema WEB ou o módulo móvel para computador de mão.

Grande parte de implantação do sistema ficou a cargo dos pesquisadores, que tiveram grande controle sobre os eventos (uso do sistema), e eram capazes de conduzir e corrigir os problemas encontrados durante a implantação. Desta maneira podemos considerar os pesquisadores atuaram com “observadores participantes”.

5.2.6.3. Resultados e Considerações

Logo no início dos trabalhos de implantação pode-se identificar a necessidade de diversos ajustes nos requisitos de planejamento e controle do sistema. Assim foram incluídas as seguintes funcionalidades:

- Gráfico de Gantt para planejamento e controle, associado a um filtro avançado de serviços e atividades;
- Atividades predecessoras e sucessoras;
- Cálculo automático das datas de início e término quando re-planejadas as tarefas;
- Linha de base para manutenção do planejamento original.

Dessa maneira o sistema teve que voltar para a fase de desenvolvimento enquanto eram iniciadas as primeiras atividades do plano de trabalho de implantação. Isso fez com que se passem três meses da implantação. Quando as alterações estava já estavam implementadas e o sistema estabilizado para uso outros problemas apareceram, não no sistema, mas na própria obra. Tanto o Engenheiro da Obra quanto o estagiário da mesma, que receberam treinamento e acompanharão a configuração do sistema, foram trabalhar no escritório central, sendo substituídos outras pessoas totalmente alheias ao trabalho de implantação já desenvolvido. Além disso, a obra estava em seus três meses finais, tornando-se

realmente complicado a utilização de um novo software de controle. Mesmo assim foram feitas inserções de dados de planejamento e controle para testar a aplicabilidade dos requisitos do sistema.

Devido aos problemas apresentados durante a implantação do sistema não foi possível concluir o estudo de caso, de modo que esse pode ser considerado um estudo de caso preliminar do sistema, valioso para avaliação dos requisitos do software, porém, insuficiente para avaliar a real eficácia do sistema Plantracker em obra.

5.3. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PLANTRACKER

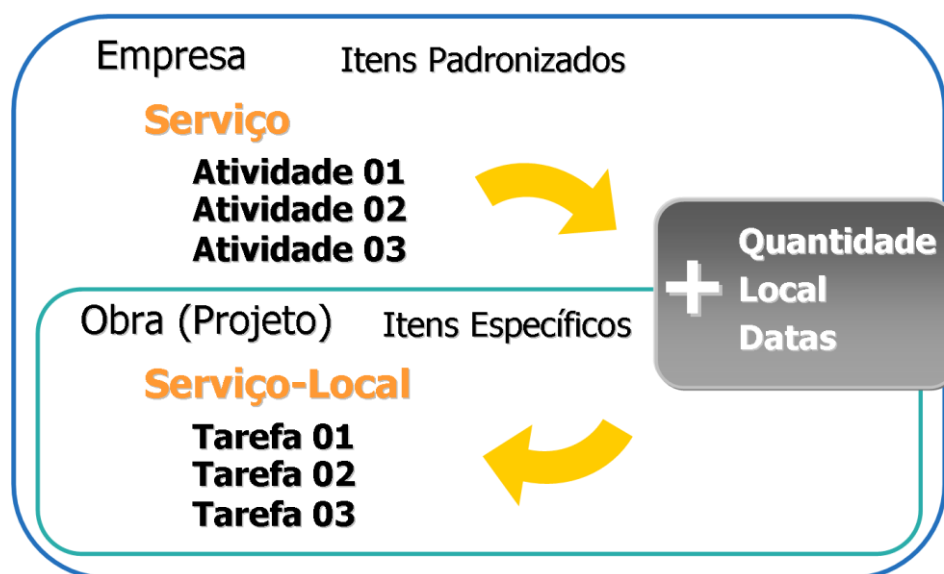
5.3.1. Modelo Conceitual

Conforme comentado no item 5.2.4, a modelagem conceitual da aplicação teve como base o trabalho desenvolvido por Souza e Amorim (2001).

Assim, no sistema Plantracker foram criadas as estruturas chamadas de serviços e atividades que são próprias da camada conceitual de empresa. Essas duas estruturas contêm apenas dados que são comuns a todas as obras da empresa construtora (incluindo dados construtivos, de segurança do trabalho e controle de qualidade), permitindo uma parametrização e padronização das atividades da corporação. Os serviços e atividades são entidades de características predominantemente iguais, sendo diferentes no sentido de que os serviços referem-se a operações mais abrangentes (como a construção de uma laje) e as atividades a operações mais específicas (como a construção de formas para lajes de concreto). Outro ponto importante para o entendimento destes conceitos reside no fato de que uma atividade sempre pertence a um serviço. Os dados dos serviços e atividades ao ganharem informações de lógica espacial (quantidade, local e datas) são

incorporados a camada obra de informações recebendo a denominação de serviço-local e tarefa respectivamente (Figura 5.2).

FIGURA 5.2 – MODELAGEM CONCEITUAL DO SISTEMA PLANTRACKER



FONTE: MENDES ET AL., 2005

5.3.2. Dicionário de Dados

No quadro 5.1 é apresentado um dicionário de dados com as informações presentes no sistema Plantracker.

QUADRO 5.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO SISTEMA PLANTRACKER

continua

Nº	Informação	Descrição
1	Projeto e Documentos da Obra	Disponibilização de arquivos de projeto e demais documentos da obra.
2	Comunicados entre equipe	Histórico de mensagens e comunicados entre a equipe executora da obra.
3	Fotos de execução da obra	Álbum de fotos da obra em execução
4	Itens de inspeção de qualidade do serviço	Itens de inspeção de qualidade de cada serviço a ser executado

QUADRO 5.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO SISTEMA PLANTRACKER

conclusão

Nº	Informação	Descrição
5	Informações para a execução do controle de qualidade	Informações como tolerância, parâmetro, equipamentos de verificação e ação corretiva para o controle de qualidade do serviço
6	Informações do controle de qualidade do serviço	Informações de qualidade obtidas no controle da obra
7	Procedimento de execução do serviço	Procedimento para a correta execução do serviço, item a ser verificado na obra
8	Itens de inspeção de segurança	Itens de inspeção de segurança de cada serviço a ser executado
9	Recursos para execução da tarefa	Recursos humanos para a execução da tarefa
10	Datas de início e fim previstas da tarefa	Datas de início e fim planejadas para execução da tarefa
12	Datas de início e fim reais da tarefa	Datas de início e fim reais da execução da tarefa
13	Gráfico de barras do planejamento médio/curto prazo	Exibição de gráfico de barras do planejamento médio/curto prazo
14	Local da realização da tarefa	Local da execução da tarefa
15	Etapas executivas da tarefa	Etapas executivas em que a tarefa se encaixa
16	Quantidade da tarefa a ser executada	Quantidade planejada para a execução da tarefa
17	Quantidade executada da tarefa	Quantidade real executada da tarefa
18	Atividades predecessoras	Informação no planejamento da dependência das atividades
19	Recurso que executou a tarefa	Identificação do recurso (funcionário ou empreiteira) que executou a tarefa
20	Problemas de execução	Identificação dos problemas de execução no controle de execução da tarefa
21	Não conformidades de execução da tarefa	Criação de relatórios de não-conformidades da execução da tarefa
22	Relatórios de medição	Exibição de relatórios de medição das atividades controladas
23	Relatórios de problemas de execução	Exibição de relatórios dos problemas de execução das atividades controladas
24	Relatórios de Não-Conformidades de execução	Exibição de relatórios de não-conformidades de execução das atividades controladas
25	Relatórios da utilização do recurso	Exibição de relatórios para identificação da utilização dos recursos
26	Relatórios de verificação de qualidade	Exibição de relatórios da verificação da qualidade dos serviços controlados
27	Relatórios de verificação de segurança	Exibição de relatórios da verificação da segurança dos serviços controlados

5.3.3. Requisitos do Sistema

O sistema Plantracker foi desenvolvido visando proporcionar planejamento e controle de obras de construtoras no nível operacional, fazendo uso de informações coletadas diretamente no canteiro de obra através de computadores móveis. Durante a execução dos workshops anteriores à modelagem do software, foram incorporadas funcionalidades de controle de segurança do trabalho e verificação da qualidade das atividades e serviços executados em obra, dessa maneira, atendendo as dificuldades relatadas pelos participantes dos workshops na gestão de obras.

Outro ponto importante discutido nos workshops trata da necessidade de flexibilização do sistema às diferentes realidades operacionais e gerenciais das empresas de construção. Nem todos os usuários da aplicação devem ter acesso completo as funcionalidades disponíveis, visto que executarão ações diferentes no software. A solução encontrada, neste caso, foi a adoção de perfis dinâmicos com permissões também dinâmicas, configurados por um usuário administrador.

Também foi relatada nos workshops, a necessidade de prover funcionalidades para recuperação de informações de obras e serviços desenvolvidos em etapa anterior no contexto de obra, bem como para a padronização de processos. Essa necessidade motivou a modelagem da aplicação levando-se em conta a separação conceitual entre as informações pertinentes às empresas e suas respectivas obras. Na camada de informações de cada empresa são lançadas as informações de serviços e mão-de-obra padrão para utilização em todas as obras das mesmas. Já na camada conceitual de obra são lançadas informações específicas dos empreendimentos, como quantidades, planejamento temporal de atividades, dados de medição de execução, relatórios de não-conformidades, alocação de recursos, entre outras.

Na camada empresa do sistema encontram-se disponíveis funcionalidades de criação e acesso a detalhes das obras, configurações da construtora,

parametrização das características dos recursos humanos e empreiteiras contratadas, configuração dos perfis dinâmicos e usuários, parametrização das estruturas de serviços e atividades e colaboração com repositório de documentos e gestão de comunicados da organização.

Dentro do escopo da parametrização das estruturas de serviços e atividades, são lançadas as informações de execução, controle de qualidade e segurança de trabalho (Figura 5.3). Essas informações são padronizadas e podem ser originadas do manual da qualidade da empresa construtora. As informações de controle de qualidade e segurança do trabalho são lançadas através de itens de inspeção devendo ser verificados no canteiro de obras através do uso de dispositivo móvel toda vez que os serviços-locais e tarefas correspondentes aos serviços e atividades forem executados.

FIGURA 5.3 – TELA DA SISTEMA PLANTRACKER

plantracker

Boa Tarde, Estagiário quinta-feira, 26 de maio de 2005

Construtora .NET AJUDA

EXECUÇÃO DE FORMA PARA CONCRETO ARMADO

Item Inspeção Qualidade **Processo** **Item Inspeção Segurança**

Itens de Inspeção: A forma está devidamente posicionada, prumada e nivelada

Tolerância: 5 mm **Parâmetro:** Entre as caixarias e no prumo

Ação Corretiva:

Equipamento de Verificação:

Alterar

Itens de Inspeção Cadastrados	Editar	Excluir
Os painéis estão devidamente montados e identificados?		
A forma está devidamente posicionada, prumada e nivelada de acordo com o projeto?		
As formas estão devidamente fixadas e escoradas?		
As formas estão limpas e prontas para receber as armaduras?		

Avançar

<< VOLTAR

ÚLTIMO ACESSO
5/5/2005 17:18:36

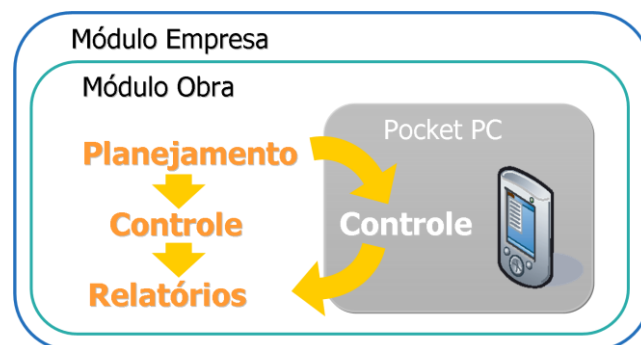
© COPYRIGHT 2004 TECHRESULT

Na camada obra estão presentes as funcionalidades de indicação da equipe executora de cada tarefa, configuração de usuários membros das equipes de obras e seus perfis, configuração dos dados da obra, planejamento de atividades, controle de execução, qualidade e segurança, parametrização de locais e etapas de construção, relatórios (incluindo o relatório de execução com utilização do indicador PPC do método Last Planner) e colaboração com repositório de documentos e gestão de comunicados específicos de cada obra

5.3.4. Módulo para Dispositivo Móvel da Aplicação

As funcionalidades de controle de execução, qualidade e segurança, existentes na camada obra do sistema, podem ser operadas opcionalmente no módulo para dispositivos móveis (plataforma Pocket PC) do sistema Plantracker (Figura 5.4). Como os recursos voltados para ergonomia de interface dos dispositivos móveis são limitados (principalmente no que tange à entrada de dados digitados) as funcionalidades disponíveis restringem-se às operações de controle.

FIGURA 5.4 – FLUXO DE INFORMAÇÕES PARA O CONTROLE



FONTE: MENDES ET AL., 2005

A funcionalidade de controle, disponível no módulo para computadores móveis, é propiciar ao usuário a informação precisa de quais serviços-locais e tarefas devem ser executados no período estabelecido para limitação dos dados sincronizados e de acordo com os dados de planejamento lançados através da

extranet. Desta forma são coletadas as seguintes informações para alimentação dos serviços-locais e tarefas planejados: datas reais de execução, medição do trabalho executado, aprovação ou reprovação dos itens de inspeção de qualidade e de segurança do trabalho (relatando eventuais não-conformidades) e apontamento de problemas de execução.

Um dos pontos cruciais na concepção e desenvolvimento da aplicação global, foi propiciar a perfeita sincronia dos dados persistidos no dispositivo móvel com o servidor de banco de dados alimentado através do módulo WEB. A tecnologia de serviços WEB e o padrão XML foram adotados para o trânsito de dados de uma plataforma à outra devido à sua natureza multi-plataforma e relativa independência no que tange à comunicação.

Em relação à interface de usuário para o módulo móvel, deve-se salientar que houve relevante preocupação na concepção das telas para a plataforma Pocket PC para que o trabalho de digitação fosse minimizado, simplificando o manuseio em canteiros de obra (Figura 5.5).

FIGURA 5.5 - INTERFACE DO SISTEMA NO DISPOSITIVO MÓVEL



6. ESTUDOS DE CASO

6.1. ESTUDO DE CASO 1

6.1.1. Características das Empresas Estudo de Caso 1

O estudo de caso 1 foi realizado em uma obra pública executada em consórcio por duas empresas, as quais serão denominadas de empresa A e empresa B. A empresa A corresponde a 60% do consórcio e a empresa B a 40%.

A empresa A é uma empresa de grande porte, com sede na cidade de Curitiba e que atua no setor da construção civil há sessenta anos. A empresa realiza obras de terraplenagem, pavimentação, edificações, industriais, saneamento, engenharia elétrica e obras de arte especiais, com atuação em vários estados brasileiros. Com um faturamento médio anual de R\$ 72 milhões, seu principal negócio é a construção de obras para terceiros.

A empresa A possui um número de funcionários de nível operacional que oscila em função do número de obras existentes. No período deste estudo contava com a colaboração de aproximadamente 850 funcionários diretos, sendo 50 deles na administração central. A empresa também se utiliza da terceirização de serviços, entretanto, este tipo de contratação é sazonal e ocorre basicamente no nível operacional de obra.

A empresa A implementou e mantém um sistema de qualidade dentro das normas NBR-ISO 9000:2000, obtendo certificação em junho de 2005. A empresa também é certificada nível A do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-h).

A empresa B é uma empresa de médio porte, com sede na cidade de Curitiba e que há 15 anos atua no setor da construção civil. A empresa realiza

predominantemente obras de saneamento, contudo já chegou a atuar em obras civis e de terraplenagem. A empresa possui em seu quadro administrativo 25 funcionários.

A empresa B implementou um sistema de qualidade dentro das normas NBR-ISO 9000. Porém, quando a validade sua certificação expirou a empresa optou por não renová-la perante os órgãos competentes. No entanto, a empresa continua a utilizar muito dos procedimentos especificados no sistema de qualidade.

6.1.2. Características Gerais da Obra

O estudo de caso 1 foi realizado em uma obra pública, cujo cliente é a Companhia de Saneamento do Estado do Paraná, para a construção de um novo sistema de abastecimento de água para a capital do estado e sua região metropolitana, que vai permitir a interligação dos sistemas já existentes.

Do total de seis lotes da obra, o consórcio formado pelas empresas A e B irá executar três. O primeiro lote compreende a construção do sistema produtor, que compreende a captação e adutora de água bruta, a estação de tratamento de água e um reservatório de acumulação com capacidade de 10.000 m³. A capacidade diária do sistema de produção será de 2 mil litros por segundo. O segundo lote executado compreende um sistema distribuidor para a região metropolitana de Curitiba, composto de adutora de água tratada, reservatório central com 10.000 m³ de capacidade, elevatória, além das redes de distribuição. O terceiro lote compreende uma adutora de água tratada e um centro de reserva responsáveis pela interligação do sistema produtor com a rede de abastecimento da cidade de Curitiba. É uma obra de grande porte, com custo em torno de R\$ 75 milhões de reais.

O consórcio é responsável apenas pela execução das obras civis e da instalação de equipamentos relacionados ao sistema de tratamento, não

compreendendo obras elétricas, supervisão e automação. O prazo total de execução é de 600 dias para os três lotes, tendo início em janeiro de 2006.

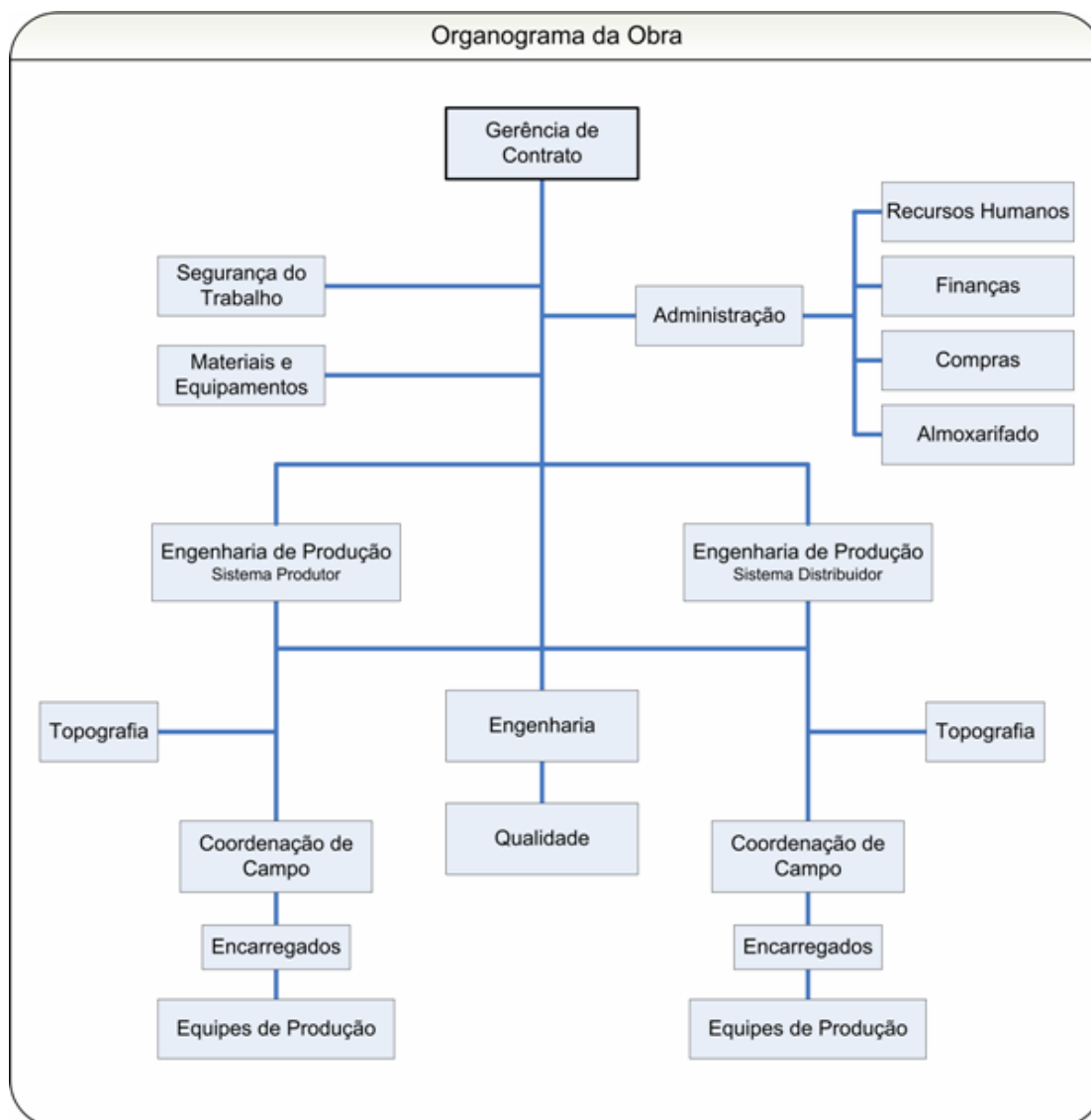
O edital de licitação da obra determina que um plano de qualidade para a obra seja elaborado. Dessa maneira, foram adotados alguns procedimentos do manual de qualidade da empresa A para atender alguns pontos críticos, uma vez que não era necessário um sistema de qualidade em 100% da obra. Assim, seguiram procedimentos definidos no plano de qualidade da obra os serviços de concretagem, compra e montagem das armaduras, fechamento de valas do sistema de distribuição e controle de compra de equipamento de materiais que necessitem de inspeção e aprovação do cliente.

6.1.2.1. Estrutura Organizacional da Obra

A obra do estudo de caso 1 possui uma estrutura organizacional complexa, justificada pelo porte do empreendimento. A obra funciona como um empreendimento individual, com sua própria estrutura. Toda a administração da obra é realizada no escritório central da obra. Assim, o processo de Planejamento e Controle da Produção da obra está totalmente relacionado aos processos existentes na administração do canteiro de obra. O organograma administrativo da obra é apresentado na Figura 6.1.

A equipe administrativa é formada por funcionários das empresas A e B conforme a disposição desses recursos nas duas empresas. Em relação às equipes de produção, essas são predominantemente formadas por recursos humanos próprios da obra, dividido entre as empresas conforme a proporção definida no consórcio. Foram terceirizados os serviços de montagem da armadura, terraplenagem, fundações e as redes de distribuição. O número total de funcionários na produção durante o período de estudo variou entre 100 e 300.

FIGURA 6.1 – ORGANOGRAMA DA OBRA



A estrutura organizacional administrativa da obra pode ser dividida em dez áreas: Gerência do Contrato, Engenharia de Produção, Engenharia / Qualidade, Segurança do Trabalho, Recursos Humanos, Administrativa - Financeira, Materiais / Equipamentos, Compras, Almoxarifado e Coordenação de Campo. A área Materiais / Equipamentos expressa no organograma será aqui incorporada à área de Planejamento / Orçamento. Cada uma dessas áreas será descrita a seguir:

Gerência do Contrato: conta com um gerente de contrato com ampla experiência em obras, encarregado de dar apoio técnico e supervisionar à obra. Tem

a função de tomar decisões de caráter tático e muitas vezes operacional. Representa o elo entre a diretoria das empresas e as obras, assim como entre o cliente e a obra.

Engenharia de Produção: composta por dois engenheiros, um responsável pelo sistema produtor, o outro pelo sistema distribuidor de abastecimento de água. Os engenheiros de produção são responsáveis diretos pela realização da obra segundo o projeto, reportando-se diretamente aos diretores sobre a execução da obra. Eles têm a função de estudar detalhadamente o projeto, explicar aos coordenadores de campo as eventuais dúvidas em relação aos projetos e designar metas de curto prazo para execução de serviços, além de definir a programação de suprimentos e recursos humanos. O Engenheiro de Produção também é responsável por determinar, mensalmente, ajustes no cronograma mestre da obra.

Engenharia: essa área é composta por duas engenheiras civis (“Engenharia” no organograma), uma técnica em edificações (“Materiais e Equipamentos”) e uma estagiária (“Qualidade”). É responsável, em conjunto com o setor de engenharia de produção pela elaboração e atualização do cronograma de médio e longo prazo da obras. Também responde pelo controle físico-financeiro, controle de documentos, definição de materiais e gestão da qualidade.

Segurança do Trabalho: a função dessa área, constituída por técnico de segurança alocado à função em tempo integral e por um engenheiro em periodicidade esporádica, é proporcionar condições seguras de trabalho, prevenindo, assim, os acidentes. Essa área é responsável pelo desenvolvendo e implementação de métodos e rotinas para prevenção de acidentes, incidentes, fiscalização de área de trabalho, relatórios de ocorrências, investigação e análise de acidentes, elaboração de Laudos, PPRA, PCMAT, PCMSO, LTCAT, abertura e acompanhamento de CIPA, treinamentos de integração de novos funcionários e treinamentos específicos.

Recursos Humanos: Esse área, formada por uma funcionária administrativa é responsável pela contratação, demissão de funcionários, assim como pela transferência desses entre lotes da obra. Os contratos da empresa A são feitos diretamente no canteiro de obra, já os da empresa B são feitos no escritório central.

Administrativo – Financeiro: Esse setor, composto por um funcionário administrativo, é responsável pela resolução de gerais do dia a dia da obra e pelo lançamento das despesas da obra no sistema de informação próprio da empresa, com base nas notas fiscais emitidas e na folha de pagamento dos funcionários.

Compras: Esse departamento é composto por um comprador responsável por receber as solicitações de compra, obter cotações, aprovar a compra com os engenheiros e gerentes e efetuar a compra com os fornecedores.

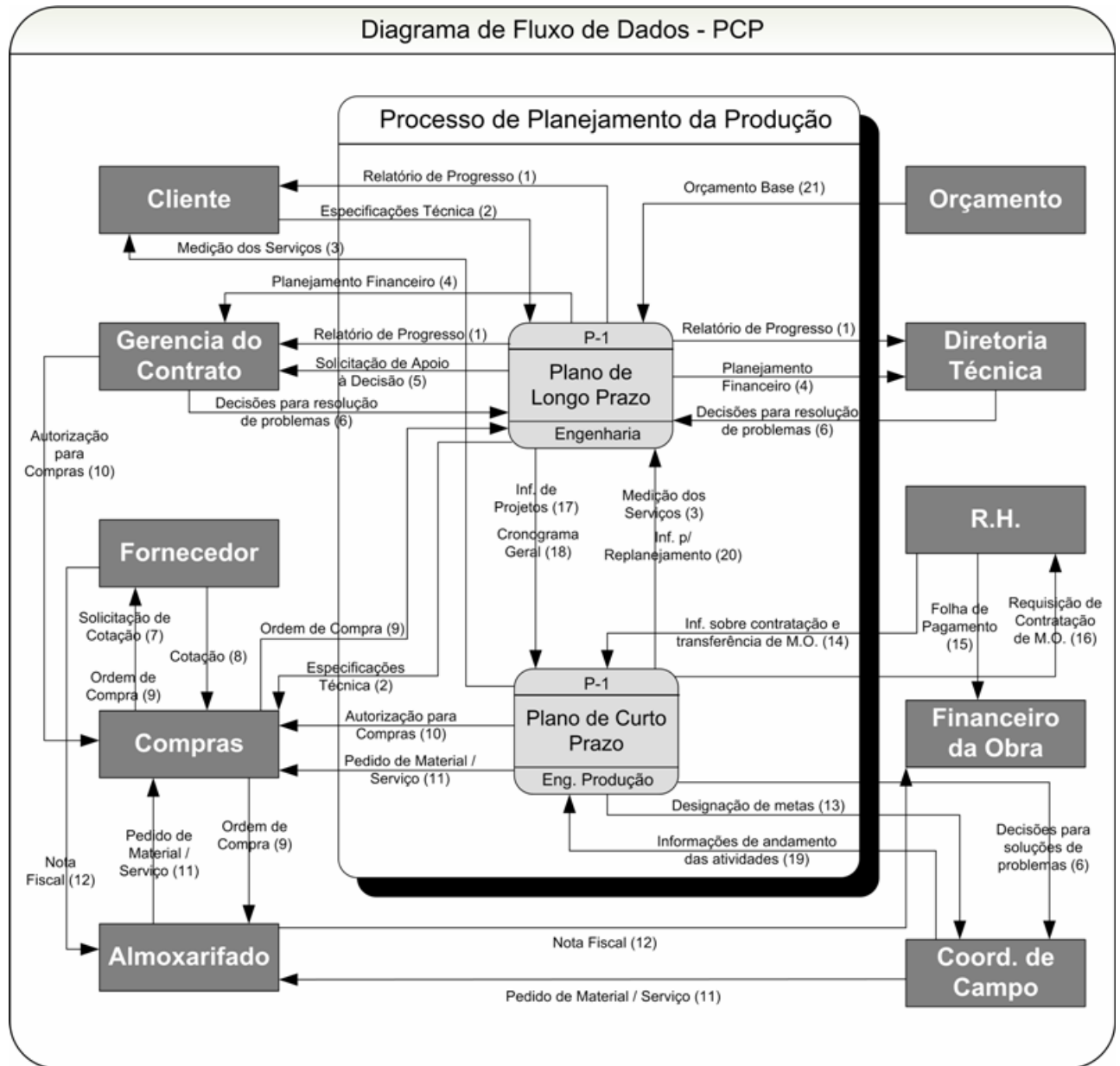
Almoxarifado: Responsável pelo recebimento dos materiais, controle do almoxarifado, estoque de material básico e distribuição do material dentro do canteiro.

Coordenação de Campo: A coordenação de campo é executada por dois mestres de obra, um responsável pelo sistema produtor, o outro pelo sistema distribuidor de abastecimento de água. Eles estão diretamente subordinados aos engenheiros de produção e são o elo com os encarregados e as equipes de produção.

6.1.3. Diagrama de Fluxo de Dados do processo de PCP

Com base em informações adquiridas por meio de entrevistas, de análise de documentos e de observação diretas na obras, foi elaborado um DFD para o processo de Planejamento e Controle da Produção (Figura 6.2). Na seqüência é apresentado o Dicionário de Dados para este DFD.

FIGURA 6.2 – DIGRAMA DE FLUXO DE DADOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO



QUADRO 6.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD

Nº	Informação	Descrição
1	Relatório de Progresso	Relatório mensal de <i>status</i> da obra: atividades executadas e atividades previstas para o próximo mês, pendências e providências a serem tomadas e fotos.
2	Especificações Técnica	Informações técnicas de equipamentos e materiais.
3	Medição dos Serviços	Informações dos serviços executados, datas reais de início e término e porcentagem concluída.
4	Planejamento Financeiro	Previsão mensal de faturamento e desembolso.
5	Solicitação de Apoio à Decisão	Solicitação de apoio à decisão para solução de problemas gerenciais e/ou técnicos da obra.
6	Decisões para resolução de problemas	Decisões para solução de problemas gerenciais e/ou técnicos da obra.
7	Solicitação de Cotação	Solicitação a dois ou mais fornecedores de cotação para um pedido de material / serviço.
8	Cotação	Informação de preço de materiais e serviços.
9	Ordem de Compra	Ordem de compra contendo informações de materiais ou serviços (quantidade, unidade, discriminação, preço unitário e total).
10	Autorização para Compras	Aprovação dos orçamentos através da assinatura da ordem de compra.
11	Pedido de Material / Serviço	Solicitação para compra de materiais.
12	Nota Fiscal	Nota fiscal dos materiais / serviços adquiridos.
13	Designação de metas	Definição de metas físicas de curto prazo para as equipes de produção.
14	Informações. sobre Mão de Obra	Informações sobre Mão de Obra: contratação e transferência.
15	Folha de Pagamento	Folha de pagamento dos funcionários da obra.
16	Requisição de Contratação de M.O.	Solicitação de contratação de mão-de-obra.
17	Informações. de Projetos	Projetos da obra (arquitetônico, estrutural, montagem, etc.)
18	Cronograma Geral	Cronograma geral da execução física da obra (data de início, término, predecessoras)
19	Informações de andamento das atividades	Informações sobre a execução das tarefas (dúvidas sobre a técnica construtiva, dificuldades encontradas, problemas no projeto, etc.)
20	Informações p/ Replanejamento	Alterações no cronograma físico geral da obra.
21	Orçamento Base	Orçamento realizado na ocasião da licitação da obra.

No quadro 6.2, é relacionado a forma de comunicação das informações do Dicionário de Dados e o respectivo *software* utilizado, caso seja pertinente.

QUADRO 6.2 – DICIONÁRIO DE DADOS – FORMA DE COMUNICAÇÃO E SOFTWARE UTILIZADO

Nº	Informação	Forma de Comunicação	Software
1	Relatório de Progresso	Escrito	Word, Excel, e-mail
2	Especificações Técnica	Escrito	AutoCAD
3	Medição dos Serviços	Escrito	-
4	Planejamento Financeiro	Escrito	Excel
5	Solicitação de Apoio à Decisão	Verbal	-
6	Decisões para resolução de problemas	Verbal	-
7	Solicitação de Cotação	Verbal + Escrito	Excel, Internet, e-mail
8	Cotação	Verbal + Escrito	Internet, e-mail
9	Ordem de Compra	Escrito	-
10	Autorização para Compras	Escrito	-
11	Pedido de Material / Serviço	Escrito	-
12	Nota Fiscal	Escrito	-
13	Designação de metas	Verbal	-
14	Informações sobre Mão de Obra	Escrito	-
15	Folha de Pagamento	Escrito	Excel
16	Requisição de Contratação de M.O.	Escrito	-
17	Informações de Projetos		
18	Cronograma Geral	Escrito	MS-Project
19	Informações de andamento das atividades	Verbal	-
20	Informações p/ Replanejamento	Verbal	-
21	Orçamento Base	Escrito	Excel

6.1.4. Processo de Planejamento e Controle da Produção

A descrição do processo de Planejamento e Controle da Produção conforme segue é a visão do pesquisador em relação às respostas obtidas quando da realização das entrevistas, da análise documental e da observação direta em obra.

Por ser uma obra pública licitada para o consórcio formado pelas empresas A e B, o empreendimento possui orçamento e prazos pré-definidos. Na ocasião da licitação foi elaborado um planejamento preliminar, o qual serviu de base para o planejamento inicial. Nesse planejamento preliminar foram definidos prazos, custos, qualidade e escopo preliminares, que seriam subsídios e limitações para a efetiva execução do empreendimento.

Após a aprovação formal da proposta do edital passou-se à definição dos recursos humanos que participam da administração da obra. No caso foram escolhidos funcionários nas duas empresas participantes do consórcio de acordo com a competência e disponibilidade.

O processo de Planejamento e Controle da Produção iniciou com o desenvolvimento de um planejamento mestre de longo prazo para toda a obra, elaborado pelo setor de engenharia em conjunto com os engenheiros de produção e aprovado pelo gerente do contrato e pela diretoria técnicas das duas empresas. Tal planejamento foi representado em diagramas de barras (Gráfico de Gantt) utilizando o software MS-Project como ilustrado na Figura 6.4.

Além desse cronograma mestre para toda obra, foram criados cronogramas específicos e mais detalhado para cada parte da obra (por exemplo, Casa de Química), como subprojetos do cronograma mestre. Esses cronogramas foram todos elaborados início da obra e replanejados com o decorrer da obra.

FIGURA 6.3 – PARTE DO CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO

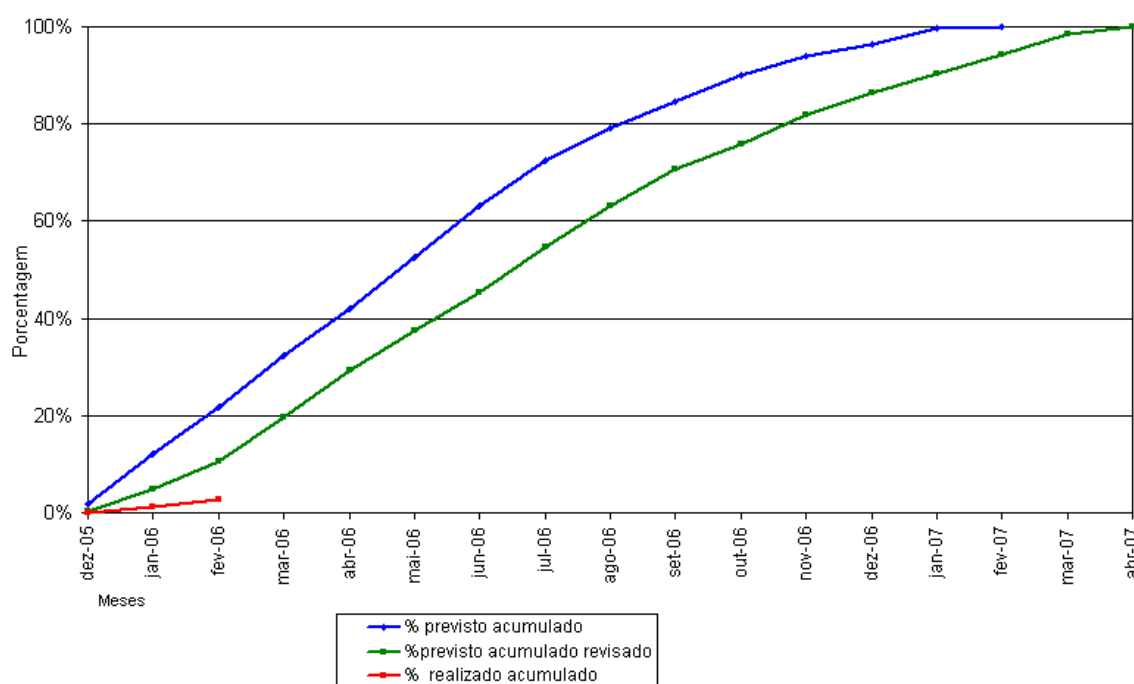


Como complemento do cronograma de barras e, também, para auxiliar a visualização do planejamento, é utilizado o próprio projeto (arquitetônico e estrutural da obra). As datas de início e de término da atividade (por exemplo, concretagem) são colocadas diretamente no desenho indicando o local de execução (face 01 do reservatório, por exemplo). Essa forma de visualização do cronograma, disponível na parede da sala do engenheiro de produção é a forma utilizada no dia a dia para conferência do planejamento para tomada de decisão.

São feitas revisões mensais de todos os cronogramas. Assim, se existirem alterações no cronograma mestre que afetem os cronogramas detalhados, estes deverão ser também atualizados e vice-versa. A atualização do cronograma é feita com base nas medições da execução física, apontando as atividades já executadas e, também, no replanejamento das atividades futuras. O replanejamento das atividades é realizado em conjunto, em reunião, entre a diretoria técnica, o gerente do contrato, os engenheiros de produção e o departamento de engenharia. Além da readequação do cronograma de barras, o acompanhamento da obra também é feito através da elaboração de um gráfico de avanço físico, a curva S (Figura 6.4), utilizando o software Microsoft Project, que indica a porcentagem realizada da obra ao longo do tempo e compara com planejado. Esta porcentagem é calculada tomando os valores financeiros orçados totais dos serviços.

Outra forma de acompanhamento da obra, principalmente pela diretoria das empresas e, também, pelo cliente é o relatório mensal de progresso, que expõe de maneira descritiva a situação da obra, com as atividades executadas, as atividades previstas para o próximo mês, as principais pendências e providências a serem tomadas, dentre outras. O relatório também apresenta fotos da obra.

FIGURA 6.4 – CURVA S DO AVANÇO FÍSICO



O faturamento mensal da obra é feito de acordo com a execução dos serviços. Dessa maneira o processo de medição é minucioso com participação direta do cliente. A medição em campo é executada por um fiscal do cliente, acompanhado pelo engenheiro de produção e/ou pelo coordenador de campo e/ou pelo encarregado. O fiscal do cliente passa os dados coletados em campo, os quais são compilados pela construtora e enviados para o cliente para aprovação formal e, consequentemente, o desembolso.

O plano de curto prazo é realizado de maneira informal, não existindo nenhum procedimento para sua elaboração. O plano de curto prazo é conduzido pelos engenheiros de produção que em conjunto com os coordenadores de campo

designam metas para execução, materiais a serem adquiridos, necessidade de mão de obra, etc. Como os engenheiros estão presentes em tempo integral na obra, é facilitada a condução mais informal do plano de curto prazo, uma vez que, são realizadas reuniões diárias de trabalho entre os engenheiros de produção e coordenadores para solução de problemas. A definição da programação de atividades para as equipes de produção é fundamentada no planejamento de longo prazo.

6.1.5. Processos Auxiliares

Nessa sessão serão descritos os processos auxiliares que estão diretamente relacionados com o processo do Planejamento e Controle da Produção: compras, planejamento financeiro, controle de projetos e comunicação com o cliente.

Em relação ao orçamento, já existe um orçamento base definido, feito na ocasião da licitação e que deverá ser tomado como base para controle dos custos da obra. Durante o decorrer da obra, com periodicidade mensal, são feitas atualizações do planejamento financeiro, o qual contém uma previsão de faturamento e desembolsos com base nas atividades planejadas e nas ordens de compras emitidas. Esse planejamento financeiro é realizado pelo setor de Engenharia.

O setor de Engenharia também é responsável pelo o controle de versões de projetos, da mesma forma que possui responsabilidade no controle da documentação da obra (ARTs, Liberações, Contratos, etc.) e no controle de solicitações ao cliente. A comunicação com o cliente é formal. Toda a solicitação de aprovação de projeto, materiais, equipamentos, esclarecimento de dúvidas e divergências deve ser feita através de cartas protocoladas.

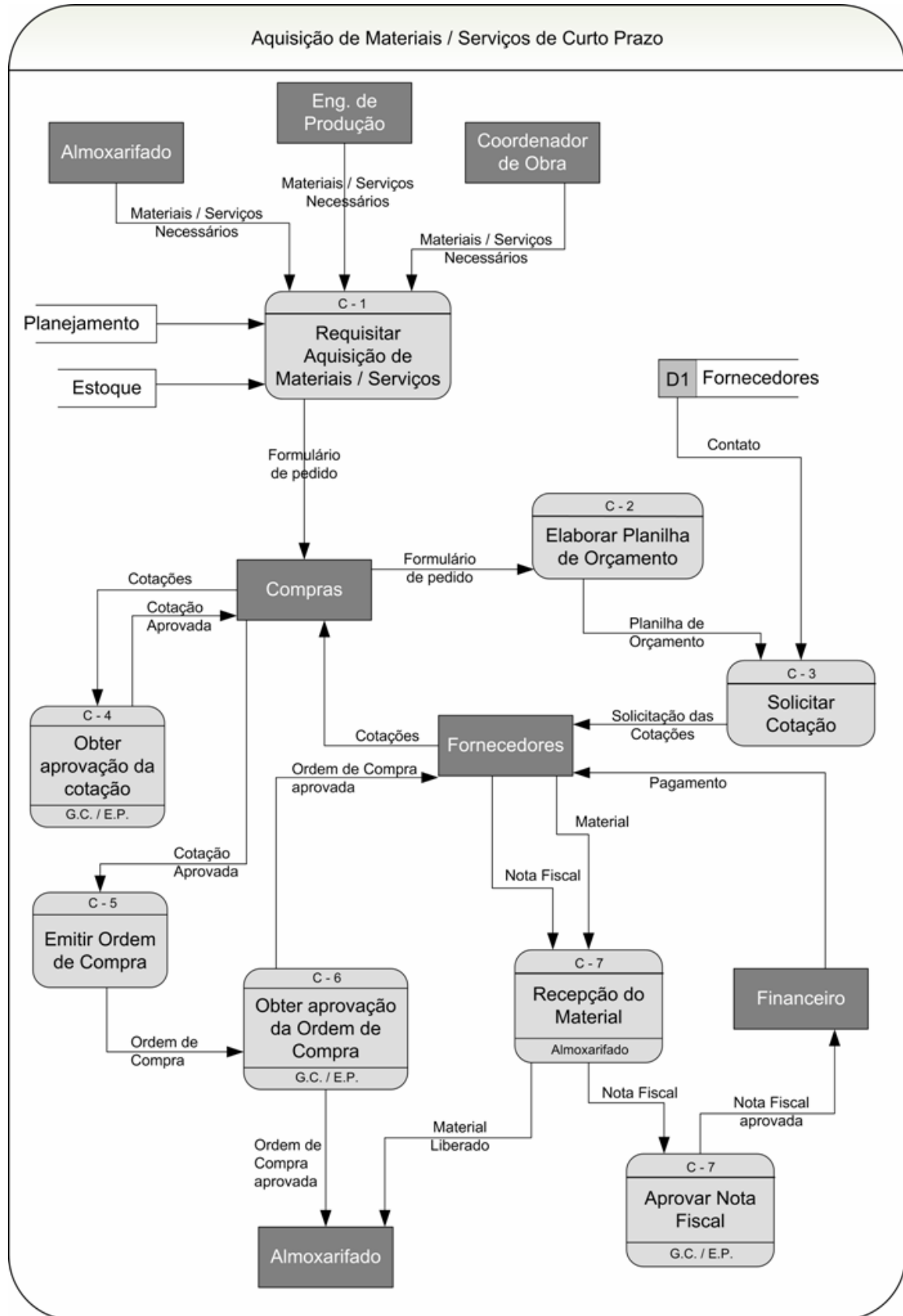
Outro processo diretamente relacionado ao Planejamento e Controle da Produção é a aquisição de materiais e serviços (compras). O processo de compras

pode estar relacionado ao planejamento de longo prazo no caso de compras mais relevantes como aquisição de aço, concreto e equipamentos de operação, ou pode estar relacionado ao planejamento de curto prazo, na aquisição de materiais e equipamentos relacionados à execução de atividades de curto prazo e às necessidades do dia a dia da obra. O processo final de compra nos dois casos é semelhante, a diferença é que no processo de longo prazo há uma interação maior com o setor de engenharia que faz um levantamento detalhado dos materiais necessários, auxilia o departamento de compras a especificar o pedido para o cliente, bem como, avaliar as especificações técnicas do fornecedor. Outra diferença é que para as compras de grande porte a negociação com o fornecedor é feita diretamente pelo diretor técnico ou pelo gerente de contrato. No caso específico do aço, a aquisição foi feita logo no início da obra, assim, durante esse processo o que é negociado com o fornecedor é o prazo de entrega do material. No caso de materiais específicos como, por exemplo, tubulações de água e, também, de equipamento de operação (bombas hidráulicas, etc.) há a necessidade de aprovação do cliente do material / equipamento a ser adquirido.

Todo o processo de compras é feito na obra; o escritório central apenas recebe a nota fiscal para pagamento. Na figura 6.5 é apresentado um DFD para o processo de compras. Inicialmente, uma solicitação de compra é feita principalmente pelo almoxarifado, mas também, pelos coordenadores de campo e pelo engenheiro de produção. O departamento de compras obtém duas ou três cotações e a partir delas elabora uma planilha de orçamento que é aprovada pelo engenheiro de produção ou pelo gerente de contrato, dependendo do valor da compra. Após aprovada a cotação, geralmente menor valor, é emitida uma ordem de compra que deve ser assinada pelo engenheiro de produção e pelo gerente de contrato (exceto valores muito pequenos). Uma via da ordem de compra é enviada para o fornecedor e outra para o almoxarifado, para conferência na ocasião do recebimento do material. Ao receber o material o almoxarifado deve confrontar o a ordem de compra

o a nota fiscal e o material entregue. O material aprovado é, ou armazenado no próprio almoxarifado, ou este indica um local para depósito do material. A nota fiscal do material deve ser assinada pelo gerente de contrato e pelo engenheiro de produção, então é repassada para o financeiro.

FIGURA 6.5 – PROCESSO DE AQUISIÇÃO DE MATERIAIS / SERVIÇOS



6.2. ESTUDO DE CASO 2

6.2.1. Características da Empresa Estudo de Caso 2

A empresa estudo de caso 2 é uma construtora e incorporadora de pequeno porte, com sede na cidade de Curitiba, especializada na construção de edifícios residenciais. Atuando há seis anos no mercado, a empresa já executou cerca de 28.000 m² de obras. A empresa implementou e mantém um sistema da qualidade, e é certificada nível A do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-h).

6.2.2. Características Gerais da Obra.

O estudo de caso 2 foi realizado em um conjunto residencial formado por um total de 160 apartamentos e aproximadamente 16.000 m² de área construída. O empreendimento é composto por um total de 12 edifícios residenciais com quatro pavimentos cada. O prazo total da obra é de três anos. Contudo, o ritmo de execução segue conforme a demanda de mercado, uma vez que cada um dos edifícios residenciais concluído é imediatamente vendido e ocupado pelos proprietários.

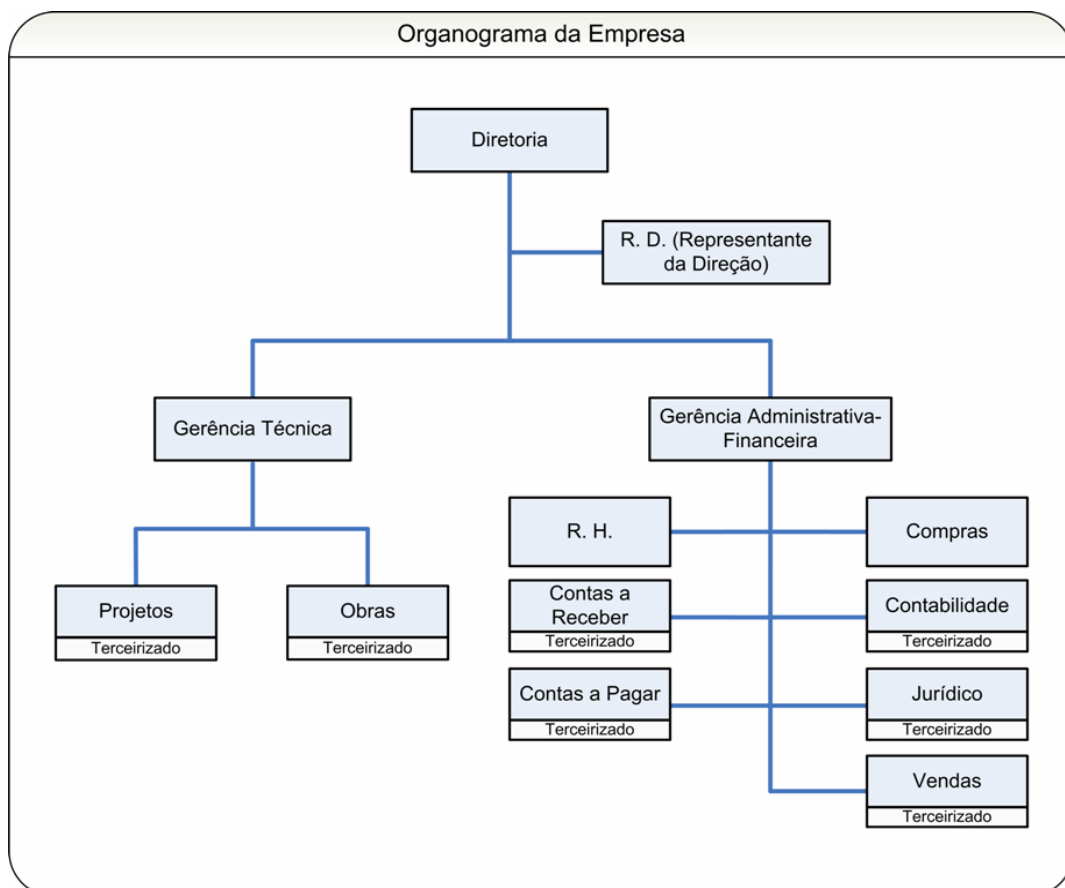
A empresa trabalha em sistema de execução por empreitada. Todos os funcionários da obra (o mestre, almoxarife, encarregados e equipes de produção) são terceirizados. Durante o período de estudo a obra contou em média com a colaboração de 60 trabalhadores.

6.2.3. Estrutura Organizacional da empresa

A estrutura administrativa da empresa (Figura 6.6), é enxuta, contando, no período desse estudo, com apenas cinco funcionários diretos. O organograma é

formado pela diretoria (são dois diretores, sendo que um deles é engenheiro e diretamente envolvido com o planejamento e acompanhamento dos empreendimentos), por um gerente técnico (engenheiro civil que responsável pelas obras), um gerente administrativo - financeiro (função exercida por um dos diretores), uma representante da direção (responsável pelo sistema de qualidade da empresa) e uma funcionária responsável pelos setores de Recursos Humanos e Compras. A empresa terceiriza a execução dos serviços relacionados aos setores de contabilidade, vendas, jurídico, contas a receber e contas a pagar, além de terceirizar, também, a elaboração de todos os projetos (arquitetônico, estrutural e complementares).

FIGURA 6.6 – ORGANOGRAMA DA EMPRESA



As atividades da empresa podem ser divididas em sete grandes processos, cada um deles composto por subprojetos, conforme descrito no Quadro 6.3.

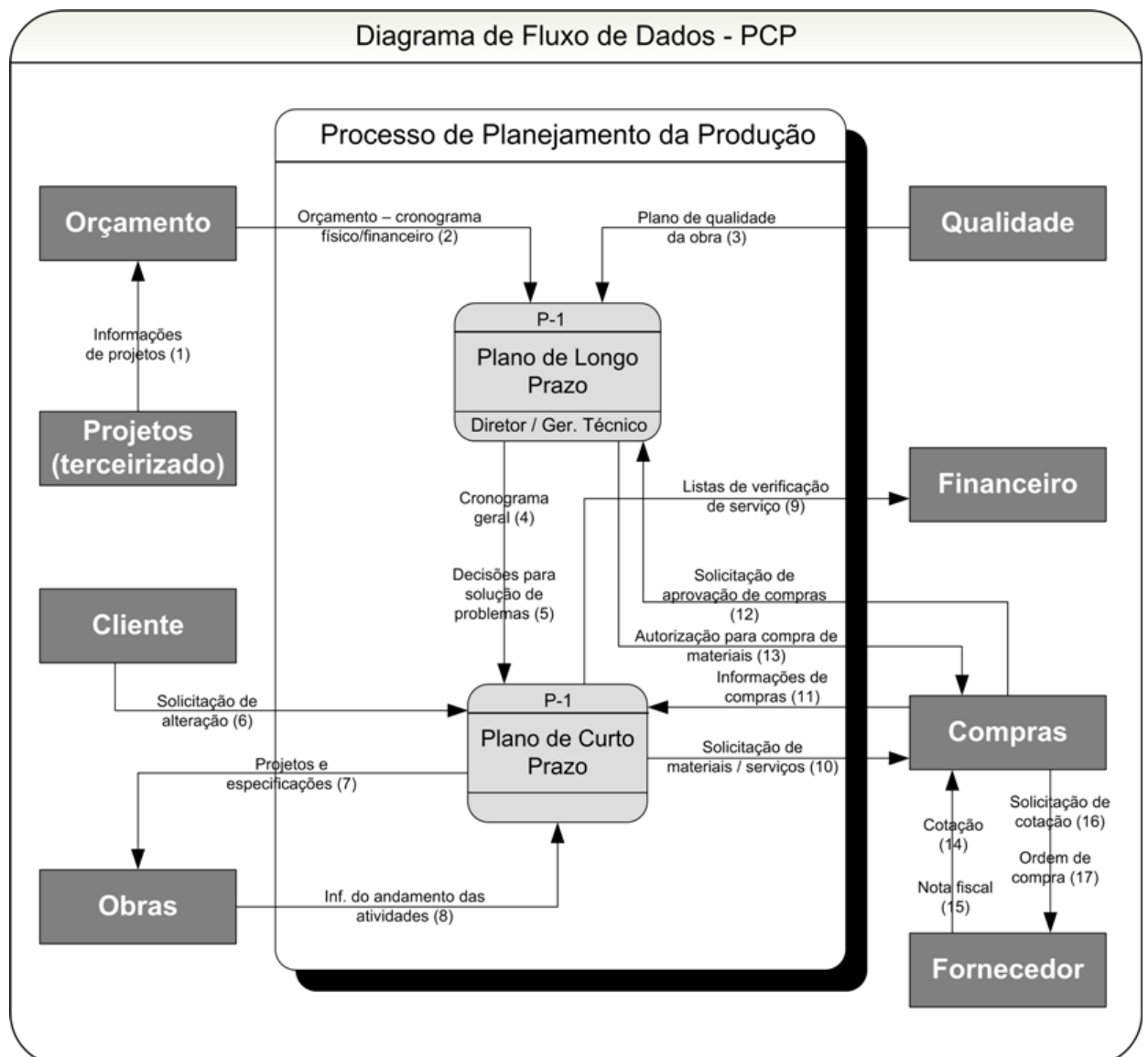
QUADRO 6.3 – PROCESSOS DA EMPRESA ESTUDO DE CASO 2

Nº	Processo	Sub-Processos
1	Vendas	Atendimento ao cliente Elaboração e Análise de propostas Elaboração de contrato
2	Financeiro	Lançamento no contas a receber Liquidação de títulos / Efetivação de pagamento
3	Compras	Qualificação de fornecedor Cotação e aquisição de materiais e serviços Recebimento de nota fiscal
4	Recursos Humanos	Seleção de funcionário Efetivação da contratação e arquivamento Rescisão contratual, pagamento da rescisão e arquivamento Elaboração de folha de pagamento, Arquivamento de registro de pagamento
5	Engenharia	Elaboração de anteprojeto arquitetônico Desenvolvimento e compatibilização dos demais projetos Distribuição de projetos para a obra Elaboração de orçamento e cronograma físico-financeiro Análise de solicitações de clientes Contratação de serviços especializados Disposição final de documentos da obra
6	Obra	Solicitação de material Recebimento e inspeção de material Conferência com a nota fiscal Execução e verificação de serviços Execução de alterações Controle manutenção de equipamentos Destinação de resíduos sólidos Inspeção final e entrega do imóvel Envio de registro para arquivamento
7	Gestão	Estudo de viabilidade Acompanhamento da obra Análise crítica do contrato Análise das necessidades de funcionário e escolha do candidato Aprovação de rescisão Aprovação de cotação Aprovação dos compromissos de pagamento Controle de arquivamento Controle da gestão da qualidade Controle de documento e registros Análise de não conformidades Auditorias internas da qualidade Treinamento

6.2.4. Diagrama de Fluxo de Dados do processo de PCP

Com base em informações adquiridas por meio de entrevistas, de análise de documentos e de observação diretas na obras, foi elaborado um DFD para o processo de Planejamento e Controle da Produção (figura 6-7). Na seqüência é apresentado um Dicionário de Dados para o DFD (Quadro 6.4).

FIGURA 6.7 – DIGRAMA DE FLUXO DE DADOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO



QUADRO 6.4 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD

Nº	Informação	Descrição
1	Informações de projetos	Projetos da obra (arquitetônico, estrutural, montagem, etc.)
2	Orçamento – cronograma físico/financeiro	Cronograma físico financeiro mensal
3	Plano de qualidade da obra	Plano de qualidade da obra contendo matriz de responsabilidade, relação de materiais e serviços controlados, programa de treinamento, plano de manutenção, projeto do canteiro, segurança do trabalho e impacto ambiental
4	Cronograma geral	Cronograma geral da execução física da obra (data de início, término, predecessoras)
5	Decisões para solução de problemas	Decisões para solução de problemas gerenciais e/ou técnicos da obra.
6	Solicitação de alteração	Solicitações dos clientes para alteração do projeto arquitetônico.
7	Projetos e especificações	Projetos da obra (arquitetônico, estrutural, montagem, etc.), Informações técnicas para execução das atividades, e designação de metas física.
8	Inf. do andamento das atividades	Informações sobre a execução das tarefas (dúvidas sobre a técnica construtiva, dificuldades encontradas, problemas no projeto, etc.)
9	Listas de verificação de serviço	Verificação da execução do serviço, inspeção dos itens da qualidade e aprovação para pagamento.
10	Solicitação de materiais / serviços	Solicitação para aquisição de materiais ou serviços
11	Informações de compras	Informações referentes aos materiais / serviços adquiridos (pode ser uma ordem de compra, por exemplo)
12	Solicitação de aprovação de compras	Solicitação de aprovação da ordem de compra
13	Autorização para compra de materiais	Aprovação dos orçamentos através da assinatura da ordem de compra.
14	Cotação	Informação de preço de materiais e serviços.
15	Nota fiscal	Nota fiscal dos materiais / serviços adquiridos.
16	Solicitação de cotação	Tomada de preço com dois ou mais fornecedores
17	Ordem de compra	Ordem de compra contendo informações de materiais ou serviços (quantidade, unidade, discriminação, preço unitário e total).

No quadro 6.5, é relacionado a forma de comunicação das informações do Dicionário de Dados e o respectivo *software* utilizado, caso seja pertinente.

QUADRO 6.5 – DICIONÁRIO DE DADOS – FORMA DE COMUNICAÇÃO E SOFTWARE UTILIZADO

Nº	Informação	Forma de Comunicação	Software
1	Informações de projetos	Escrito	AutoCad
2	Orçamento – cronograma físico/financeiro	Escrito	Excel
3	Plano de qualidade da obra	Escrito	Word
4	Cronograma geral	Escrito	MS-Project
5	Decisões para solução de problemas	Verbal	-
6	Solicitação de alteração	Escrito	-
7	Projetos e especificações	Escrito, Verbal	-
8	Informação do andamento das atividades	Verbal	-
9	Listas de verificação de serviço	Escrito	-
10	Solicitação de materiais / serviços	Escrito	-
11	Informações de compras	Escrito	-
12	Solicitação de aprovação de compras	Verbal	-
13	Autorização para compra de materiais	Escrito	-
14	Cotação	Verbal, Escrito	-
15	Nota fiscal	Escrito	-
16	Solicitação de cotação	Escrito, Verbal	E-mail
17	Ordem de compra	Escrito	-

6.2.5. Processo de Planejamento e Controle da Produção

A descrição do processo de Planejamento e Controle da Produção conforme segue é a visão do pesquisador em relação às respostas obtidas quando da realização das entrevistas, da análise documental e da observação direta em obra e no escritório central da empresa.

Inicialmente, é elaborado um orçamento e um cronograma de físico financeiro (planilha eletrônica) para cada um dos blocos residenciais. A partir desse orçamento é feito o planejamento físico da obra considerando conjunto de 3 blocos residenciais. O cronograma mestre para a obra foi elaborado utilizando o software

MS-Project (cronograma de barras). Esse cronograma foi utilizado como base de informações para as decisões do plano de curto de curto prazo durante toda a execução da obra. Contudo, o cronograma mestre não era atualizado com as informações da execução dos serviços. Dessa maneira, pode-se dizer que não havia uma ligação entre os planos de curto e longo prazo.

O plano de curto prazo era feito semanalmente em reuniões na obra entre o gerente técnico, o mestre e os empreiteiros. Nessas reuniões eram definidas metas físicas para cada serviço e levantadas necessidades de aquisição para consecução desses serviços. O dimensionamento da mão de obra era responsabilidade de cada um dos empreiteiros.

Os serviços são inspecionados e aprovados através de listas de verificação, constantes no caderno de serviços. Essas listas de verificação são preenchidas semanalmente. Tais listas, além, da conferência da execução física, previa a verificação dos itens da qualidade referentes a cada atividade. A partir de tais verificações era possível calcular o índice de qualidade dos serviços, medido trimestralmente através da contagem das não-conformidades existentes. Esse índice deveria ser, segundo o padrão de qualidade da empresa, menor que 20%.

O processo de aquisição era feito a partir do cronograma mestre, conforme as necessidades do planejamento de curto prazo. Na obra, o almoxarife ou pessoa designada pela gerência técnica, preenche a ficha de solicitação do material de acordo com o caderno de materiais, atendendo as necessidades da obra determinadas pelo mestre ou engenheiro. Após o recebimento da solicitação de materiais / serviços, o departamento de compras fazia uma tomada de preço através de dois ou mais fornecedores e, após a aprovação pela gerência técnica era emitida uma ordem de compra para oficialização da mesma. O almoxarifado da obra recebia e verificava as quantidades dos suprimentos e envia a nota fiscal para o departamento de Contas a pagar.

7. DIRETRIZES PARA O USO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PCP

7.1. ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

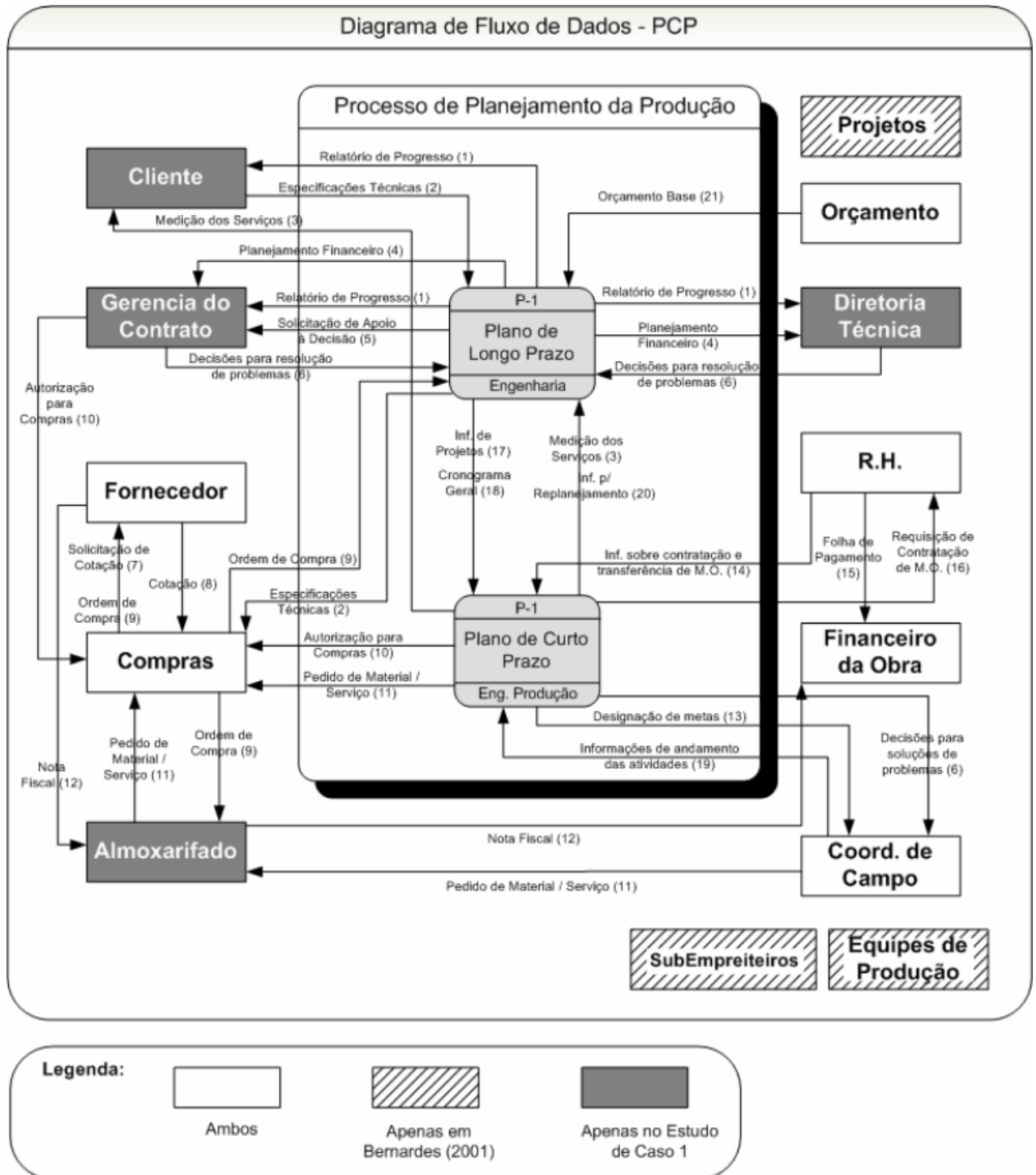
Após apresentar, no capítulo anterior, as principais características das formas como as empresas estudadas organizam seus fluxos de informações, este capítulo objetiva analisar estes fluxos, buscando identificar os fatores chaves que sirvam para formular diretrizes para o uso da tecnologia da informação e comunicação objeto desta pesquisa.

Os estudos de caso são analisados individualmente de maneira comparativa ao fluxo e dicionário de dados apresentados por BERNARDES (2001).

O DFD do estudo de caso 1 apresentou uma grande semelhança com o DFD apresentado por BERNARDES (2001), em relação às entidades que interagem no processo de Planejamento e Controle da Produção, sendo origem ou destino dos dados (Figura 7.1).

Os setores de orçamento, R.H., Compras, Financeiro e, também, fornecedores externos, são entidades presentes em ambos os fluxos. Cabe ressaltar que o departamento financeiro definido no estudo de caso é o financeiro da obra, responsável lançamento da notas fiscais e folhas de pagamento. Esse departamento se reporta ao setor financeiro do escritório central, que efetua o pagamento. Em relação ao coordenador de campo (mestre de obras), esse é representado pelas entidades Subempreiteiros e Equipes de produção do DFD de BERNARDES (2001). Como entidades acrescentadas no DFD do estudo de caso 1 estão: o Cliente, a Gerência de Contrato a Diretoria Técnica e o Almoxarifado.

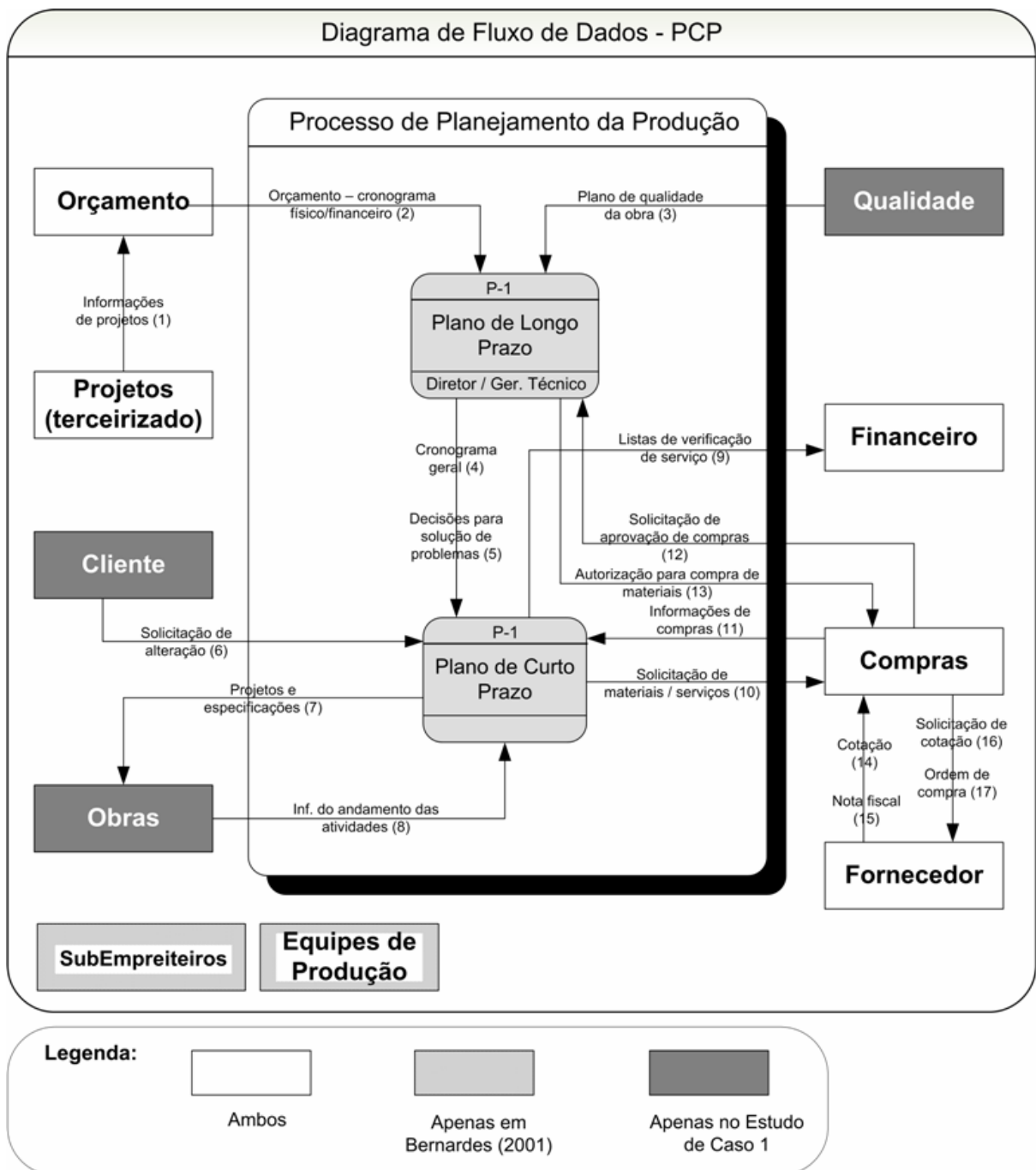
FIGURA 7.1 – COMPARAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES DO DFD (ESTUDO DE CASO 1)



No estudo de caso 1 a participação do cliente era importante no processo de planejamento e controle da produção, pois esse, além de fonte de especificações técnicas, também, era responsável pela fiscalização do trabalho executado.

O DFD do estudo de caso 2, assim como o estudo de caso 1, apresentou uma grande semelhança com o DFD apresentado por BERNARDES (2001). A divergência principal talvez seja o fato de não haver troca de informação para atualização do cronograma mestre da obra. As entidades Sub-empreiteiros e Equipes de Produção foram resumidas na entidade Obra.

FIGURA 7.2 – COMPARAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES DO DFD (ESTUDO DE CASO 2)



No Quadro 7.1 abaixo é apresentada uma comparação do Dicionário de Informações de BERNARDES (2001) com os estudos de caso 1 e 2, em relação a existência dessas informações em cada um dos estudos de caso.

QUADRO 7.1 – DICIONÁRIO DE DADOS DO DFD

Nº	Informação	Estudo de Caso 1	Estudo de Caso 2
1	Projetos Disponíveis	X	X
2	Solução de dúvidas	-	-
3	Dúvidas nos projetos	-	-
4	Orçamento	X	X
5	Cronograma físico-financeiro	X	X
6	Solicitação de disponibilidade financeira	-	-
7	Disponibilidade financeira	-	-
8	Data de início e fim dos serviços	X	X
9	Cronograma geral	X	X
10	Decisões para solução de problemas	X	X
11	Autorização para compra de materiais	X	X
12	Informações sobre o andamento dos serviços	X	X
13	Solicitação de apoio à decisão	X	-
14	Solicitação de autorização para a compra de materiais	X	X
15	Solicitação de Mão-de-obra	X	X
16	Informações sobre a contratação de MO	X	X
17	Índices de produtividade	-	-
18	Informações sobre compra de materiais	X	X
19	Solicitação para compra de materiais	X	X
20	Informações de rastreamento	-	-
21	Data de entrega	-	-
22	Problemas na entrega	-	-
23	Atraso na entrega	-	-
24	Designação de metas	X	X
25	Decisões para solução de problemas	X	X
26	Informações sobre a execução das tarefas	X	X

Percebe-se que a maioria das informações (cerca de 65%) está presente nos dois casos. Há algumas divergências pontuais das informações, principalmente em relação aos processos de projeto, compras e financeiro. Contudo, isso está relacionado à abordagem dada a cada uma das pesquisas a esses processos, que são complementares ao Planejamento e Controle da Produção, do que a não existência dessas informações.

É possível analisar, também, a partir dos quadros 6.2 e 6.4, o dicionário de dados em termos da forma de comunicação das informações e, caso pertinente, o software utilizado para isso. Percebe-se que as informações são em grande parte transmitidas por meio escrito e isso se deve principalmente a formalização dos sistemas de qualidade existentes nas empresa. Contudo, o que se observa é pouco o uso de softwares e concentrado na elaboração de cronogramas e de desenhos.

A partir da análise das informações obtidas com os estudos de caso, podem-se identificar alguns problemas em comum: duplicidade de informações, dificuldade de encontrar informações consistentes e perdas de informações por falta de registros.

7.2. DIRETRIZES

Esta sessão apresenta algumas diretrizes para o uso de Tecnologia da Informação para o Planejamento e Controle da Produção.

Estas diretrizes são propostas visando suprir as deficiências no tratamento das informações apresentadas no item anterior, deficiências no fluxo de informações e atendendo os setores mais solicitados neste fluxo (agentes com maiores necessidades de informação).

Os softwares em uso nas obras estudadas serviram como base de comparação não tendo sido avaliados. No entanto a utilização atual destes serviu

como referência para as diretrizes apresentadas, considerando a limitação de que estes softwares ainda não fazem uso pleno da tecnologia da Internet e da computação móvel.

A análise realizada teve por base três tecnologias em crescente uso nas empresas e apresentadas no Capítulo 3: Banco de dados integrado à Internet, Ambientes colaborativos (CSCW ou *Extranets*) e Computação móvel. Estas tecnologias têm sido objeto dos estudos nos projetos de pesquisa associados a este como foi exposto anteriormente e principalmente no Sistema Plantracker descrito sucintamente no Capítulo 5. Portanto também será apresentada uma comparação com o Sistema Plantracker na sua versão 1:

- **Computação Móvel:** conforme apresentado no capítulo 3 desse trabalho, a computação móvel é uma tecnologia capaz de melhorar a eficiência e eficácia do trabalho (KULADINITHI, TIMM-GIEL e GÖRG, 2004), principalmente através da agilidade da coleta da informação no local da ocorrência. Assim, tem-se essa tecnologia como indicada para evitar registros informais de informações, falta de dados consistentes (na origem ou por falta de retroalimentação), perda de informações e a morosidade nas informações. Assim a Computação Móvel se aplicaria a registros no momento da criação da informação e para a retroalimentação mais eficiente (direto para quem precisa);
- **Banco de Dados:** O Banco de Dados deve ser utilizado para as informações que precisam ser registradas para posterior consulta individual ou por seleção. Com isso, evitaria a duplicidade de informações, a perda de informações e os registros informais de informações. O crescente uso de Banco de Dados tem sido através da Internet, no entanto essa situação específica não foi tratada na pesquisa,

sendo ainda objeto em estudos nos demais projetos do grupo de pesquisa;

- **Ambientes Colaborativos (CSCW):** Como relacionado no capítulo 3, os CSCW permitem a colaboração no desenvolvimento dos projetos através do armazenamento e disponibilização de informações e documentos (arquivos) pela internet. Assim, o CSCW se aplicaria à transmissão rápida de informações e interação assíncrona ou síncrona para melhorar a qualidade e precisão das informações. Com isso, seriam evitados registros informais de informação, informações imprecisas ou incompletas.

No Quadro 7.2 são relacionadas as informações do processo de Planejamento e Controle da Produção com as Tecnologias da Informação abordadas.

QUADRO 7.2 – RELAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO PCP COM AS TI ABORDADAS.

Nº	Informação	Computação Móvel	Banco de Dados	CSCW
1	Projetos disponíveis		X	X
2	Solução de dúvidas			X
3	Dúvidas nos projetos			X
4	Orçamento		X	
5	Cronograma físico-financeiro		X	
6	Solicitação de disponibilidade financeira			X
7	Disponibilidade financeira		X	
8	Data de início e fim dos serviços	X	X	X
9	Cronograma geral		X	X
10	Decisões para solução de problemas			
11	Autorização para compra de materiais			X
12	Informações sobre o andamento dos serviços	X	X	X
13	Solicitação de apoio à decisão			X

QUADRO 7.2 – RELAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO PCP COM AS TI ABORDADAS.

Continuação

Nº	Informação	Computação Móvel	Banco de Dados	CSCW
14	Solicitação de autorização para a compra de materiais			X
15	Solicitação de Mão-de-obra			X
16	Informações sobre a contratação de MO	X		X
17	Índices de produtividade	X	X	
18	Informações sobre compra de materiais	X	X	X
19	Solicitação para compra de materiais			X
20	Informações de rastreamento	X	X	X
21	Data de entrega		X	X
22	Problemas na entrega			X
23	Atraso na entrega			X
24	Designação de metas	X		X
25	Decisões para solução de problemas			
26	Informações sobre a execução das tarefas	X	X	X

8. CONCLUSÕES

8.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como definido no capítulo 1, esta pesquisa objetiva propor diretrizes para a utilização de tecnologias de informação e comunicação (TIC) como suporte ao planejamento e controle da produção de empresas de construção civil. Assim, para atender a esse objetivo, no capítulo 7 foram identificadas as principais informações tratadas no processo de Planejamento e Controle da Produção, bem como as deficiências no seu tratamento.

A partir das Tecnologias da Informação estudadas na pesquisa foram apresentadas diretrizes de uso das tecnologias no contexto dos estudos de caso apresentados. A partir destas análises e das diretrizes pode-se concluir resumindo em três diretrizes principais:

- a) Uso da computação móvel para registros no momento da criação da informação e para a retroalimentação mais eficiente;
- b) Uso de Banco de Dados para registros e posterior consulta de informações críticas;
- c) Uso de Ambientes Colaborativos (CSCW) se aplica à transmissão rápida de informações e interação assíncrona ou síncrona para melhorar a qualidade e precisão das informações.

Pode-se afirmar que estas diretrizes melhoram a efetividade no gerenciamento das informações na medida em que resolvem problemas relativos ao tratamento e ao fluxo das informações nestes casos estudados, como foi mostrado no capítulo anterior.

Os objetivos secundários foram atendidos ao longo dos demais capítulos, a saber. O primeiro desses objetivos, o levantamento e análise da bibliografia

existente, foi atingido com a pesquisa bibliográfica apresentada nos Capítulos 2 e 3. O capítulo 2 abordou o processo de planejamento e controle da produção na construção civil e o capítulo 3 apresentou sistemas e tecnologia da informação e sua aplicação na construção civil. O segundo objetivo, identificar as possibilidades de utilização das tecnologias de informação e comunicação nos processos de planejamento e controle da produção a partir dos estudos de caso, foi atingido com a análise dos estudos de caso no capítulo 7. O terceiro e último objetivo secundário, contribuir com projetos do grupo de pesquisa, incluindo o projeto do Sistema Plantracker, foi atingido com o desenvolvimento desse trabalho, uma vez que forneceu o embasamento teórico para os projetos do grupo de pesquisa.

8.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir da pesquisa realizada, pode-se propor um conjunto de temas para serem investigados no futuro:

- a) Avaliar as diretrizes propostas quanto a expectativa da administração das empresas e dos usuários, em relação a custos, viabilidade prática, visão estratégica, entre outras questões relacionadas à implantação de TIC;
- b) Avaliar o conteúdo das informações e o valor agregado ao processo de PCP nas empresas discutindo a eficácia destas para o processo;
- c) Estender a pesquisa para o fluxo de informações com o escritório da empresa;
- d) Estender a pesquisa para o fluxo de informações com os demais agentes do empreendimento: clientes, fornecedores e projetistas, entre outros;
- e) Implantar mesmo que parcialmente as tecnologias propostas, avaliando a sua viabilidade e, principalmente, as mudanças que podem ocorrer no fluxo de informações proposto.

REFERÊNCIAS

ANDRESEN, J.; BALDWIN, A.; BETTS, M.; CARTER, C.; HAMILTON, A.; STOKES, E.; THORPE, T. A Framework for measuring IT innovation benefits. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v.5, p. 57-72, 2000. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2000/4/paper.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2004.

AOUAD, G. Managing Construction Information Effectively Using Integrated Databases. In: Proceedings of CIB W65 International Symposium for the Organization and Management of Construction, 1996, London. **Proceedings...** London, CIB, vol. 3, p. 14-22.

AZIZ, Z.; Anumba, C.; Ruikar D.; Carrillo, P.; Bouchlaghem, D. Semantic web based services for intelligent mobile construction collaboration. **Electronic Journal of Information Technology in construction**, v.9, p. 367-379, ago 2004

BERNARDES, M. **Método de Análise do Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras através do Estudo de seu Fluxo de Informação**: Proposta baseada em Estudo de Caso. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, 1996. Dissertação de Mestrado.

BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BORDIN, L.; SCHIMITT, C. M.; GUERRERO, J. M. C. A Importância de Melhor Gerenciar a Utilização de Sistemas Colaborativos para o Desenvolvimento de Projetos na Indústria da Construção Civil. In: II Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, **Anais...**, Porto Alegre, 2002.

BOWDEN, S.; THORPE, A. Mobile Communications for on-site collaboration. **Civil Engineering**, v.150, p. 38–44, Nov. 2002.

CALDAS, C.H., SOIBELMAN, L. Avaliação da logística de informações em processos inter-organizacionais na construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2001. CD-ROM

CALDAS, C. H., SOIBELMAN L. Automating hierarchical document classification for construction management information systems. **Automation in Construction**, n. 12, p. 395–406, 2003.

CHIN, S.; KIM, K. e KIM, Y. A process-based quality management information system. **Automation in Construction**, Vol. 13, No 2, p. 241-259, mar 2004.

DAWOOD, N.; AKINSOLA, A.; HOBBS, B. Development of automated communication of system for managing site information using internet technology. **Automation in Construction**, v.11, n.5, p. 557-572, ago. 2002.

DEMARCO, T. **Análise Estruturada e Especificação de Sistemas**. Rio de Janeiro: Campus, 1989

FREITAS, M. C.; LIMA, L. M. S.; CASTRO, J. E. E. Aplicação das novas tecnologias para seleção da informação no setor da construção civil. **Produção On-line**, Florianópolis, v. 1,n.1, 2001.

FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. Salford: University of Salford - Departament of Quantity and Building Surveying, 1991. Tese de Doutorado.

GANE, C.; SARSON, T. **Análise Estruturada de Sistemas**. 1ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 1983.

GARNER, S. e MANN, P.; Interdisciplinarity: perceptions of the value of computer-supported collaborative work in design for the built environment. **Automation in Construction**, p. 495-499, set 2003.

GEROSA, M.A., FUKS, H. & LUCENA, C.J.P. Suporte à Percepção em Ambientes Digitais de Aprendizagem, **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Vol. 11, No. 2, Novembro 2003.

HARRISON, D.; DONN, M.; SKATES, H. Applying Web Services Within the AEC Industry: Enabling Semantic Searching and Information Exchange Through the Digital Linking of the Knowledge Base. In: CIB-W78 International Conference, 2003, Auckland, **Proceedings...** Auckland: CIB Publication, 2003.

HASSELL, S; BERNSTEIN, M.; BOWER, A. The Role of Information Technology in Housing Design and Construction. **RAND Science and Technology Policy Institute**, CF-156- OSTP, 2000. Disponível em: <<http://www.rand.org/publications/CF/CF156/>>. Acesso em 15 fev. 2006.

HELENO, V. de B. ; CINTRA, M. A. H. ; AMORIM, S.R.L. O papel da tecnologia da informação no desenvolvimento tecnológico das empresas construtoras de edificações. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, 2002, **Anais...**, p. 663-670, maio 2002.

ISATTO, E. L. e FORMOSO, C. T.; A implementação e administração de extranets em empreendimentos complexos de construção. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, jul. 2004. **Anais** em CD.

JAKOSKI, C.A. **Integração e Interoperabilidade em Projetos de Edificações: Uma implementação com IFC/XML**. Florianópolis, 2003. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

KIMONTO, K.; ENDO, K.; IWASHITA, S.; FUJIWARA, M. The application of PDA as mobile computing system on construction management. **Automation in Construction**, Vol. 14, No 4, p. 500-511, ago 2005.

KULADINITHI, K.; TIMM-GIEL, A.; GÖRG, C. Mobile ad-hoc communications in AEC industry. **Electronic Journal of Information Technology in construction**, v.9, p. 313-323, ago 2004.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1999. 389 p.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, United States, n. 5, p. 243-266, 1987.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Competence and timing dilemma in construction planning. **Construction Management and Economics**, London, n. 6, p. 339-355, 1988.

LEEUWEN, J.P. van. e ZEE, A. van der. Distributed object models for collaboration in the construction industry. **Automation in Construction**, In Press, Corrected Proof, Available online 22 October 2004.

LIMA, C. Interoperabilidade no setor da construção – experiências européias. In: TIC2005 - II Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2005, São Paulo. **Anais do TIC2005**. São Paulo: EPUSP, 2005.

LOVE, P. E. D.; IRANI, Z. An Exploratory Study of Information Technology Evaluation and Benefits Management of SMEs in Construction. **Information and Management**, v. 42, p. 227-242, 2004.

MARCHESAN, P. **Modelo Integrado de Gestão de Custos e Controle da Produção para Obras Civas**. Porto Alegre, 2001 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MENDES JUNIOR, R. **Programação da Produção da Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos usando Linha de Balanço**. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. Projeto de Qualificação de Doutorado.

MENDES JUNIOR, R; VILLAS-BÔAS, B. T.; PAULI, M. D. de; de ANDRADE NETO, F.; AZUMA, F. ZEN, T. H. Desenvolvimento de aplicação em gestão de obras com computação móvel – Projeto Galápagos. In: I Conferencia Latino Americana de Construcción Sostenible / 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. **Anais do claCS'04 / ENTAC'04**. São Paulo : SmartSystems Consulting, 2004.

MENDES JUNIOR, R; ZEN, T. H; PEYERL ,F. V;. PAULI, M. D. de; de ANDRADE NETO, F. Sistema de informações para planejamento e controle de serviços no

canteiro de obras - Plantracker. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e economia da Construção / I Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção, **Anais...**, 2005, Porto Alegre.CD-ROM

MENDES JUNIOR, R. ; ZEN, T. H. ; PEYERL, F. V. ; PAULI, M. D. de ; ANDRADE NETO, F. de . Information system for work management on construction site - Plantracker. In: International Symposium on Construction in Developing Economies: New Issues and Challenges, 2006, Santiago. **Proceedings...**, 2006. v. 1.

MOECKEL, A. **Modelagem de processos de desenvolvimento em ambiente de engenharia simultânea**: implementações com as tecnologias Workflow e BSCW. Curitiba, 2000. Dissertação. (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

MURRAY, M.; NKADO, R.; LAI A. The integrated use of information and communication technology in the construction industry. In: CONSTRUCTION IT AFRICA, 2001, Mpumalanga. **Proceedings...** Mpumalanga: CIB-International Council for Building Research Studies and Documentation, 2001. n. 39. Disponível em: <<http://buildnet.csir.co.za/constructitafrica/authors/Papers/w78-068.pdf>>, Acesso em 22 maio 2005.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. Barreiras para o uso da Tecnologia da Informação na Indústria da Construção Civil In. WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. Ambiente Construído, Porto Alegre: **ANTAC**, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2003

NASCIMENTO, L. A. **Proposta de um Sistema de Recuperação de Informação para Extranet de Projeto**. São Paulo, 2004. Dissertação. (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo.

NITITHAMYONG, P. e SKIBNIEWSKI, M. J.; Web-based construction project management systems: how to make them successful. **Automation in Construction**, Vol. 13, No 4, p. 491-506, jul 2004.

NUNES, R. C. P. **Novas Tecnologias de Informação aplicadas à gestão de projetos de arquitetura e de complementares**. Rio de Janeiro, 2003. 107f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O'BRIEN, W. J. Implementation issues in project web-sites: a practitioner's viewpoint. **Journal of Management in Engineering**, ASCE. Vol. 16, No 3, p. 34-39, mai 2000.

PMI. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. Pennsylvania: Project Management Institute, 2004. 388p.

REBOLJ, D.; MAGDIC, A.; CUS-BABIC, N. Mobile Computing in construction In: CIB W78 conference 2002, Denmark. **Proceedings...**, Aarhus, Denmark, 2002.

Disponível em: <<http://fg.uni-mb.si/cgi/Mobile%20computing%20in%20construction.htm>> Acesso em 22 mai 2005.

REZENDE, D. A.; ABREU, A.F. **Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informação**. São Paulo: Atlas, 2000. 311p.

ROBBINS, S. P. **Comportamento Organizacional**. 9a. Ed. São Paulo: Ed. Prentice Hall, 2002.

ROBSON, C. **Real world research** – a resource for social scientists and practitionerresearchers , Blackwell Publishers, 1993.

SANTOS, E. T. ; NASCIMENTO, Luiz Antonio Do . Recuperação de Informação em Sistemas de Informações na Construção Civil: o Caso das Extranets de Projeto. In: Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2002, Curitiba. **Anais do Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil**. Curitiba : UFPR, 2002.

SCHERMERHORN, J.R.; HUNT, J.G.; OSBORN, R.N. **Fundamentos de comportamento organizacional**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1999.

SETZER, V. W. Dado, Informação, Conhecimento e Competência. **Revista de Ciência da Informação**. Rio de Janeiro, v.1 n.0. p.1-12, dez. 1999.

SILVA, S. da. **Comunicação Organizacional em empresas de Construção Civil sob a ótica do Planejamento Estratégico**. Curitiba, 2002. Dissertação. (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná.

SOILBELMAN, L. CALDAS, C.H.S. O uso de extranets no gerenciamento de projetos: o exemplo norte-americano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: MODERNIDADE E SUSTENTABILIDADE, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA/ UNEB/ UEFS/ ANTAC, 2000. CD-ROM.

SOUZA, J. M. e AMORIN, S. R. L. SIGMO – Sistema Integrado de Gerenciamento Móvel em Obras Coletânea **Habitare – vol 2** – Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. 2001. Disponível em <<http://habitare.infohab.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/101.pdf>>, Acesso em 22 mai 2005.

STAIR, R. M. **Princípios de Sistemas de Informação: Uma abordagem Gerencial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1998. 451 p.

SYAL, M. G.; GROBLER, F.; WILLENBROCK, J. e PARFITT, M. K. Construction project planning model for small-medium builders. **Journal of the Construction Engineering and Management**. ASCE, Vol. 118, N. 4, p. 651-666, 1993.

THOMAS, S.; TUCKER, R.; KELLY, W. Critical communications variables. **Journal of Construction Engineering and Management** v.124, n.1, p.58-66, Jan. / Feb 1998.

YIN, R. K. **Estudo de Caso Planejamento e Métodos**, 3ª Ed., São Paulo: Bookman, 2005.

WETHERBE, J. **Análise de Sistemas para Sistemas de Informação por computador**. Rio de Janeiro: Campus, 1987.

ZEGARRA, S. L. V. G. **Diretrizes para a elaboração de um modelo de gestão dos fluxos de informações como suporte à logística em empresas construtoras de edifícios**. São Paulo, 2000. Dissertação. (Mestrado em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo.

ZEGARRA, S.L.V. ; FRIGIERI JUNIOR, V; CARDOSO, F. F. A tecnologia da informação e a indústria da construção de edifícios. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1. Recife, 1999. A competitividade da construção civil no novo milênio: **Anais I SIBRAGEQ**, Recife : GEQUACIL/UPE, 1999.v. 1, p. 71-80.

ZHENG,J.; MAO, W.; AHMED,S.; BERRIOS,M.. Web-Centric Partnering Systems for Total Quality Management. In: 42ª ASC Annual Conference, 2006, Fort Collins, Colorado, **ASC Proceedings of the 42nd Annual Conference**, 2006.

ZHILIANG, M. et al. Using XML to support information exchange in construction projects. **Automation in Construction**, Vol. 13, No 5, p. 629-637, set 2004.